



**João Pedro Sá
Costa**

**Design e desenvolvimento de
equipamentos de iluminação técnica**

**Design e
Desenvolvimento
de equipamentos
de iluminação
técnica**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design do Produto, realizado sob a orientação científica do Mestre Paulo Alexandre Bago de Uva, professor auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro, e do Professor Doutor José Paulo Oliveira Santos, professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

*“Toda a gente que nasce,
nasce de alguma maneira poeta,
inventor de qualquer coisa
que não existia no mundo ainda,
e inteiramente individual,
cada um o poeta que é.”*

Agostinho da Silva

O Júri

Presidente

**Professora Doutora Teresa Cláudia Magalhães
Franqueira Baptista**

Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro.

Vogal

**Professor Doutor António Manuel Godinho
Completo**

Professor auxiliar, Universidade de Aveiro

Vogal: Arguente principal

Professor Doutor David Manuel Maio Bota

Professor Regente, IADE Instituto de Artes Visuais,
Design e Marketing

Vogal: Orientador

**Mestre Paulo Alexandre Lomelino de Freitas Tomé
Rosado Bago de Uva**

Professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Expresso a minha gratidão ao Sr. Eng. José Mota, pelo profissionalismo e cordialidade com que me recebeu na Lightenjin, mostrando o maior interesse pelos projetos e demais atividades, e disponibilizando a informação necessária, bem como o seu tempo e atenção. O meu sincero obrigado aos restantes colaboradores da empresa.

Agradeço aos meus orientadores da dissertação, pelas sábias orientações e palavras de incentivo que sempre me dirigiram.

E aos restantes docentes do mestrado em Engenharia de Produto e da Licenciatura em Tecnologia e Design de Produto da Universidade de Aveiro, pelas sugestões e conselhos que me facultaram.

Agradeço aos meus pais e irmãos pelo apoio prestado durante esta fase do meu percurso académico, pela motivação e confiança que me vieram a dar ao longo do tempo.

Agradeço ainda aos meus amigos por tantas outras dicas e opiniões, por acreditarem em mim, por perceberem as horas de ausência, e proporcionarem momentos de descontração e descompressão.

Palavras-chave

Desenvolvimento de produto, Iluminação técnica, Iluminação LED, Design de produto.

Resumo

Este documento é uma sinopse das atividades desenvolvidas e, conhecimentos adquiridos ao longo do estágio na empresa Lightenjin, Sistemas de Iluminação, Lda. e, surge em forma de relatório de projeto.

O primeiro projeto foi o desenvolvimento de uma família de candeeiros.

O segundo e principal projeto foi a criação e desenvolvimento de um projetor para aplicação em calha eletrificada, com as devidas restrições do Project brief apresentado pela empresa.

O terceiro projeto foi o desenvolvimento de um projetor Downlight de encastrar.

Houve outras tarefas ligadas à modelação de componentes, desenhos técnicos, manuais de instruções, fichas técnicas e prototipagem rápida.

Em todos os projetos foi utilizada a metodologia de trabalho apresentada.

Keywords

Product development, technical lighting, LED Lighting, Product Design.

Abstract

This document is a synthesis of the activities developed during my internship at the company Lightenjin, Sistemas de Iluminação, Lda. It's presented as a work and project report.

The first project I dealt with was the development of a family of luminaires.

The second and main project was the design and development of a projector to apply to electrified rail, in accordance with the restrictions proposed by the company at the briefing.

The third project was the development of a recessed downlight projector.

There were also activities such as 3D modeling, technical drawings, instruction manuals, data sheets of components, and rapid prototyping processes.

In all projects the work methodology used was the one that was presented in this document.

Índice

Introdução

Enquadramento	9
Conteúdo e estrutura do relatório.....	9
Empresa – Lightenjin, sistemas de iluminação, Lda.....	10
História.....	10
O estágio.....	11
Separação do grupo Exporlux.....	12
Marca comercial - Euluce	12
Abrangência dos projetos	13
Iluminação em espaços comerciais e de retalho.....	14
Metodologia de trabalho	17

Contextualização Temática

A luz e a visão	19
A iluminação técnica.....	22
Sistema DALI.....	23
Conceitos temáticos.....	24
Fluxo luminoso	24
Intensidade luminosa	24
Iluminância.....	25
Luminância.....	26
Reflexão.....	26
Eficiência luminosa.....	27
Temperatura de cor.....	27
Luz quente e luz fria	28
Índice de restituição cromática	28
Índice de Proteção	29
DXF.....	30
CAD	30
STL	30
Componentes temáticos	31
Tipos de lâmpada – O LED.....	31

Refletores.....	34
Dissipadores de calor e Ventiladores	35
Fontes de alimentação	38
Controladores de ventilação.....	38
Calha eletrificada	39
Suporte para calha eletrificada.....	40
Processos de fabrico	41
Moldação por injeção	41
Quinagem	42
Corte laser	43
Repuxagem.....	43
Termoformação.....	44
Tecnologias de prototipagem utilizadas.....	44
Selective Laser Sintering – SLS.....	44
Fused deposition modeling – FDM.....	46

Gloria

Project brief	47
Conceitos.....	47
Conceito selecionado	48
Nome do projeto.....	49
Modelação 3D.....	49
Candeeiro de secretária.....	50
Candeeiro de pé alto	52
Candeeiro de teto	54
Candeeiro saliente de parede	55
Detalhe e construção	56
Conclusão de projeto GLORIA.....	58

UNNO

Project brief	59
Seleção de componentes	60
LED	60
Dissipador	61

Dissipador ativo	61
Dissipador passivo.....	62
Refletor	62
Fonte de alimentação.....	64
Controlador do ventilador	65
Suporte para calha eletrificada.....	65
Conceito caixa metálica	66
Análise de componentes	66
Caixa metálica.....	69
Grupo ótico	73
Grupo ótico - ativo	75
Grupo ótico – passivo	76
Detalhe e construção	78
Maquinação do dissipador	78
Diagrama elétrico.....	78
Cablagens	79
Cablagem de mercado.....	79
Montagem.....	81
Orçamentação e amostras	82
Orçamentação produção	82
Componentes subcontratados	83
Componentes de mercado.....	84
Orçamentação protótipo	87
Protótipos.....	88
Ensaio térmico de componentes.....	91
Conceito caixa em plástico	93
Conceito.....	93
Fonte de energia.....	93
Controlador do ventilador.....	94
Inspiração	94
Desenho	95
Arquitetura do produto	96
Acabamentos.....	97
Modelação do conceito	98

Início da modelação 3D	98
Alterações dos conceitos	98
Soluções de construção	99
Moldes para injeção plástica.....	103
Protótipos.....	104
Protótipo 1	104
Alterações após o protótipo 1	106
Protótipo 2	108
Alterações após o protótipo 2	109
Preparação para produção.....	110
Codificação do produto	110
Peças metálicas.....	113
Fabrico dos moldes de injeção	114
Seleção de materiais	114
Procedimentos de Montagem	114
Embalagem.....	115
Estudo realizado	115
Autocolante.....	117
Disseminação no mercado	119
Nome do produto	119
Ficha técnica	119
Manual de instruções.....	123
Cálculo dos custos	126
Produção.....	127
Produto final.....	129
Descrição do produto.....	129
Desenhos mecânicos.....	132
Produto em utilização	133
Vendas	136
Conclusões do Projeto UNNO	137
Trabalhos futuros.....	138

ELEMENTARE

Project brief	139
Análise de mercado	140
Produto concorrente	140
Phillips – Coreline downlight	140
Pré-conceito	141
Arquitetura	141
Seleção de componentes	142
Refletor	142
LED	143
Fonte de alimentação	144
Controlador do ventilador	145
Mola	145
Dissipador	146
Conceitos	147
Conceito 1	148
Conceito 2	149
Conceito 3	150
Seleção de conceitos	151
Modelação 3D	151
Fotorrealismo	151
Detalhe e construção	153
Vista explodida	153
Análise draft	154
Diagrama elétrico	154
Patilha de suporte	155
Mola	155
Aro de remate	156
Encaixe no teto	156
Vidro	157
Encaixe das patilhas	157
Protótipo	158
Protótipo 1	158
Protótipo 2	159

Seleção do dissipador	160
Preparação para produção	161
Codificação de produto	162
Componentes subcontratados.....	162
Moldes	163
Ordem de montagem	164
Disseminação no mercado.....	167
Nome do produto	167
Embalagem.....	167
Autocolante.....	168
Ficha técnica	169
Manual de instruções	169
Produção	169
Custos de produção	170
Produto final	171
Problema identificado.....	172
Alterações do produto.....	173
Descrição do produto.....	174
Mapa de vendas ELEMENTARE	176
Conclusão do Projeto ELEMENTARE.....	177
Trabalhos futuros.....	178
Referências bibliográficas.....	180
WEB.....	180
Índice de imagens.....	181
Índice de tabelas.....	192
Índice de graficos.....	192

Introdução

Enquadramento

No decorrer do 1º e 2º semestres do ano letivo 2013|2014, entre as datas de 1 de julho de 2013, e 30 de junho de 2014, realizei um estágio orientado na empresa Lightenjin. Este estágio e, as atividades nele realizadas, foram propostas para tema de dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia de Produto.

O estágio consistiu no projeto e desenvolvimento de equipamentos de iluminação técnica, em ambiente empresarial, e foi orientado internamente pelo Eng. José Mota, CEO da empresa. O projeto foi ainda acompanhado pontualmente pelos professores orientadores da Universidade de Aveiro.

Sendo a Lightenjin uma empresa de soluções de iluminação, os projetos em que me envolvi estavam integrados neste tema principal, e subordinados ao tema da Iluminação técnica. Como os projetos foram concebidos em ambiente empresarial estes cumpriram prazos, metodologias, e abordagens próprios deste ambiente, e em específico, próprios desta empresa.

Conteúdo e estrutura do relatório

Consta deste relatório toda a informação sobre os projetos executados na Lightenjin, passíveis de serem explicados por escrito, em imagens ou outros elementos gráficos. Junto com o mesmo irão anexados outros componentes físicos essenciais para avaliação, e um CD com restantes documentos e informação.

Este relatório está organizado em duas partes essenciais, a contextualização temática, onde apresento as noções a ter em conta no que diz respeito ao tema da iluminação, e as soluções de iluminação, em que mostro as soluções desenvolvidas para os diferentes briefings expostos. Estas estão organizadas cronologicamente, seguindo a ordem da sua abordagem, e são apresentadas como projetos.

Na sua apresentação são tidos em conta todos os passos dados no seu desenvolvimento, desde a sua conceção ideológica até à sua produção, passando por etapas importantes como a seleção de componentes, adequação a processos de fabrico industrializados, testes e prototipagens. No final de cada projeto uma pequena conclusão, pretende referir o estado do projeto e apontar algumas considerações.

No decorrer do estágio houve ainda outros projetos abordados, referentes a luminárias já produzidas na empresa, para estes foram realizadas várias tarefas de menor importância, e por esse motivo, não irão ser apresentadas neste relatório.

São ainda presentes, neste relatório, outros tópicos de menor relevância em termos práticos, mas de uma importante mais-valia no enquadramento teórico deste tipo de documento. Assim, exponho todo o enquadramento inicial do documento e dos projetos, bem como, as minhas apreciações finais enquanto autor.

Empresa – Lightenjin, sistemas de iluminação, Lda

História

A Lightenjin fez parte do grupo Exporlux, um dos Líderes nacionais no setor da iluminação técnica profissional de alta gama.

Deste grupo fazem parte a própria Exporlux, a BlueSpan, a Ramalhos, a SAB metais, e a Soneres, tendo cada uma delas uma área específica de aplicação.

O grupo está sediado em Águeda, onde se encontram todas as empresas constituintes, com exceção da Soneres, e está presente em vários mercados Europeus, Africanos e do Médio Oriente.

A Lightenjin é uma empresa dedicada a soluções de iluminação, e funcionava em colaboração com as restantes empresas do grupo.

Foi fundada em 2006 e desde então cria e projeta soluções de iluminação para diferentes parceiros. É maioritariamente responsável por desenvolver projetos de iluminação, em edifícios ou outros espaços, aplicando a cada zona ou local o tipo de iluminação mais adequada, desenvolvendo ainda luminárias específicas para as diferentes aplicações.

Na imagem abaixo está esquematizada a colaboração presente entre as empresas do grupo, com a descrição das principais tarefas e destinatários das mesmas.

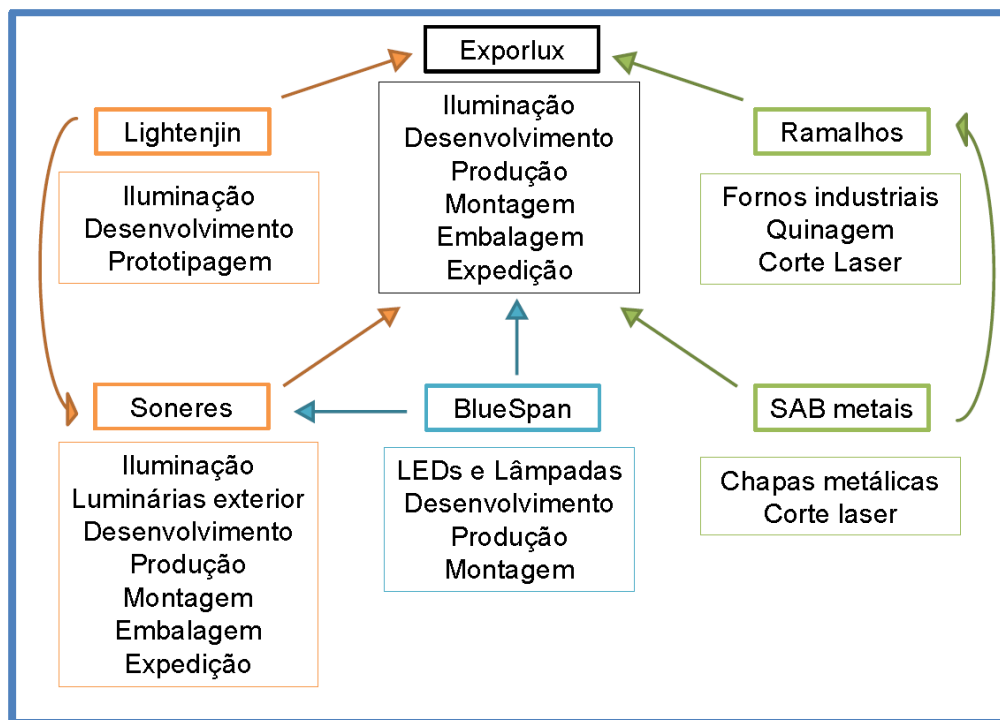


Ilustração 1 – Grupo Exporlux e interações

O estágio

A oportunidade de realizar estágio profissional surgiu quando o designer de produto presente na empresa decidiu abdicar do seu posto, criando assim uma vaga. Após responder ao anúncio apresentado pela empresa foi realizada uma entrevista de emprego, onde foram delineados os objetivos para o estágio e traçadas as tarefas a desempenhar:

- Análise de mercado
- Desenvolvimento conceptual
- Desenvolvimento de sistemas e soluções construtivas
- Projeto de detalhe e dimensionamento
- Prototipagem rápida
- Fabrico e construção

A proposta de estágio profissional foi aceite, os termos traçados, e o estágio teve início no dia 1 de julho de 2013, com a duração de 12 meses, terminando assim no dia 30 de junho de 2014.

Durante o estágio tive oportunidade de interagir com diferentes pessoas, responsáveis por diferentes setores dentro da empresa. Desta interação resultou uma grande aprendizagem da minha parte.

Fui sempre incentivado a estar presente em todos os processos evolutivos dos projetos em que estive envolvido, e prestei assistência em várias das etapas, o que me permitiu a perceção e resolução de alguns problemas, e a aquisição de know-how relativo a este tema.

Separação do grupo Exporlux

Em fevereiro de 2014 ocorreu a rutura entre a Lightenjin e o Grupo Exporlux.

Esta decisão partiu do CEO da Lightenjin, o Eng. José Mota, após um conflito de interesses entre os sócios.

Desde essa data as relações comerciais entre as empresas estão cortadas, e em reunião fui informado de que o processo de produção e industrialização dos produtos desenvolvidos pela Lightenjin deixaria de ser feito em conjunto com a Exporlux, e passaria a ser subcontratado a empresas especializadas. No entanto, o primeiro projeto aqui apresentado foi ainda desenvolvido com a finalidade de industrialização e produção por parte da Exporlux.

Este evento teve um grande impacto nas atividades e projetos em que estive envolvido, e consequentemente no trabalho que desenvolvi para apresentação nesta dissertação. Com esta mudança acumulei algumas tarefas para além das já referidas, ligadas à pesquisa e seleção de fornecedores e colaboradores, e dos seus produtos e serviços.



Ilustração 2 – Logotipo grupo Exporlux



Ilustração 3 - Logotipo Lightenjin

Marca comercial - Euluce

Devido à separação do grupo a empresa teve a necessidade de criar uma marca comercial para representar os seus produtos.

O nome “Euluce” parte do latim “eu” que significa bom trabalho, eficiência, com “luce” que significa iluminação e luz, combinadas Euluce tenta transmitir eficiência na iluminação.

O mote da empresa tenta transmitir essa mesma ideia, “eficiência em soluções de iluminação”. O traço que sublinha o nome representa ainda o compromisso assumido para com os clientes.



Ilustração 4 - Logotipo Euluce

Abrangência dos projetos

Durante o estágio na Lightenjin fui responsável pelo desenvolvimento de três projetos, essencialmente. Estes projetos estão vinculados ao tema da iluminação, e dentro da empresa dão resposta a diferentes necessidades.

O primeiro projeto abordado, o projeto GLORIA, diz respeito à criação de uma família de luminárias, respondendo a uma carência da empresa nesta área, não existia até ao momento uma gama de luminárias que se integrassem em espaços de aplicação em simultâneo, sem entrar em conflito de alguma maneira.

Ao ser criada como família, estas luminárias entram em concordância de formas e imagem, e ainda em conformidade no momento da sua produção, usando os mesmos materiais e componentes, de certa forma garantindo uma sustentabilidade por parte da empresa, contribuindo para os objetivos desta a nível económico e ecológico.

Após a separação do grupo empresarial de que fazia parte, a Lightenjin viu o seu portfólio comercial sair um pouco lesado desta decisão, e assim decidiu-se aumentar a oferta a nível de iluminação técnica profissional.

Para isso, foram projetados dois produtos simples, de aplicação a nível da indústria, e para uma utilização específica e em número considerável.

O projeto UNNO consistiu no desenvolvimento de um projetor de aplicação em calha eletrificada, para uso industrial nos sectores do comércio e retalho.

Este equipamento preenche assim uma lacuna na oferta comercial por parte da Lightenjin, e o seu design e produção foram feitos de forma a cumprir os objetivos dentro e fora da empresa, isto é, tendo em conta todos os objetivos económicos, ecológicos e de sustentabilidade da empresa, e todas as necessidades e requisitos por parte do público-alvo.

O projeto ELEMENTARE cumpre exatamente os mesmos propósitos do UNNO, no entanto, trata-se de uma luminária de embutir no teto. Tem nome técnico de downlight, precisamente por ser uma luminária de teto em que o foco luminoso está direcionado para baixo.

Todos os projetos estão englobados na área da iluminação técnica e os dois últimos estão ligados em específico à iluminação de espaços comerciais e de retalho. Os projetos abordam matérias características desta área, como os estudos e ensaios realizados. Por se tratar de uma área técnica e com uma linguagem própria, faço neste relatório uma abordagem explicativa da maioria dos conceitos utilizados, de forma à explicação dos projetos estar apresentada de forma mais corrente e fluída.

Iluminação em espaços comerciais e de retalho

Num grande edifício, amplo, e cheio de produtos e de gente, por vezes, a movimentação torna-se difícil, o tempo gasto em deambulação torna-se elevado e cansativo, e a experiência de compra torna-se desagradável e aborrecida. Uma boa organização do espaço e uma boa iluminação são dois fatores que implicam uma enorme mudança nesta experiência.

A iluminação deste tipo de espaços cumpre várias funções, nas quais se encontram a diferenciação dos diversos setores de venda (por tipo de produto), e a adequação dessa iluminação aos referidos setores, bem como tornar o espaço confortável aos utilizadores, e identificável.

Nos diversos setores de venda incluem-se:

- Frutas e vegetais
- Queijo, produtos de padaria e pastelaria
- Peixe e carne
- Vinhos
- Zona refrigerada
- Corredores centrais, prateleiras e produtos promocionais
- Zona de entrada e saída, caixas

Nas zonas das frutas e vegetais é sempre importante realçar a sua frescura. Frutas vivas e brilhantes mostram que são frescas, e de qualidade. Para destacar este brilho e as cores o mais usado é um tom de luz branco natural, ou branco neutro. É importante para o supermercado mostrar que tem boas frutas e verduras, assim o seu cuidado com a qualidade é mais perceptível para o consumidor.

O queijo é um produto sensível, e não deve ser prejudicado com uma má iluminação, por exemplo uma iluminação que gere calor lesa a qualidade do queijo, podendo prejudicar o sabor. Em relação à aparência, os queijos apresentam-se melhor numa luz com um toque amarelo, sobressaindo e atraindo mais atenção. Assim uma luz que não irradie calor no seu feixe luminoso, e com um tom amarelado é a mais indicada para esta zona. Igualmente para a zona de padaria e pastelaria, pois numa luz com este tom o pão mantém o seu aspeto fresco de acabado de sair do forno.

Também a frescura e a qualidade da carne é vista como um fator decisivo para a sua compra. Neste caso em específico, o cliente não tem contacto com a carne, apenas o seu aspeto conta. Para estes casos é indicada uma luz branca quente, se possível com um ligeiro brilho vermelho ou rosa. Isto faz sobressair o tom fresco da carne.

Tal como na carne, o aspeto é que conta no momento de compra de peixe. Para realçar a frescura deste é indicado um tom de luz branco frio. Este tom de luz, em conjunto com o brilho do gelo em descongelamento, faz ressaltar o tom lúcido e fresco do peixe.

O ambiente é vital numa secção de vinhos. A exibição deve ser cuidada e atraente e o ambiente deve criar a impressão de andar numa adega.

O vinho deve ser armazenado e exposto a uma temperatura correta, por isso é vital que a iluminação não perturbe essas condições. Uma luz branca quente, e de tom avermelhado, cria uma sensação de atmosfera sofisticada, pode ser dado algum destaque aos vinhos, e o cruzamento de alguns feixes de luz pode criar algumas sombras dramáticas e destacar este departamento como um mercado de luxo.

Na zona de refrigeração é essencial que a iluminação não prejudique a temperatura ideal desta zona. Nestas zonas é também crucial controlar a intensidade luminosa, para que os produtos possam sobressair, mostrando o seu brilho e cores naturais. Há também uma variação importante na zona de congelados, onde é importante manter os produtos bem visíveis (dentro das arcas) e garantir a temperatura ideal de conservação.

Nos corredores, nas prateleiras e topos de prateleiras, onde muitas vezes se encontram produtos promocionais das diferentes secções, a iluminação é feita de forma a criar alta iluminância vertical para dar destaque aos produtos em toda a sua extensão de apresentação (desde o topo até à base) Desta forma é bastante importante que esta luz não cause encandeamento aos clientes, e seja fácil de adaptar ao olhar. Nestas zonas pode-se variar um pouco o tipo de iluminação tendo em conta os produtos expostos, podendo variar também os equipamentos de iluminação, sendo dos mais comuns os downlight (fluxo de luz vertical sem encandeamento), e projetores de calha eletrificada (versatilidade de posicionamento e direcionamento).

O mais importante na iluminação de um espaço comercial é que a luz seja confortável para a vista, principalmente de quem lá passa muito tempo, os seus trabalhadores. Na zona de caixas e entrada/saída a luz deve ser confortável e direcionável, de forma a não causar stress aos operadores de caixa que ali passam muitas horas, e de modo a poder direcionar os clientes para as caixas, ou para as compras por impulso.

Assim a iluminação deve ser adequada para o setor, confortável para os utilizadores, e inteligente, para aliciar os clientes e fomentar a compra.










	LED Rose	LED Authentic White	LED Champagne	LED Frost White
Meat	 Extra red enhancement	 Natural display, slightly enhancing the red		
Fruit and vegetables		 Natural display, slightly enhancing the red	 Extra warm atmosphere	
Cheese		 Natural display	 Yellow enhancement	
Bread and pastries			 Extra warm atmosphere	
Fish		 Natural display, slightly enhancing the red		 Cool enhancing the sparkle on ice

Tabela 1 - Temperatura de cor por zona comercial

Neste setor é possível desenvolver um sem número de soluções, e com a evolução dos estudos efetuados e dos dados obtidos, estas soluções estão também em constante desenvolvimento. Para empresas de iluminação e designers de luminárias está é uma área muito frutífera e desafiante, onde já muito foi feito, mas onde ainda há muito para fazer.

Aquando da idealização de novos produtos para portfólio, a Lightenjin optou por apostar numa área que já conhecia bem e que lhe dava algumas garantias. Assim apostou na iluminação em espaços comerciais e de retalho.

Estes espaços apresentam um constante desenvolvimento e evolução pois os seus responsáveis estão incessantemente interessados em questões ecológicas e de impacto ambiental reduzido, procurando soluções com finalidades relativas a estas questões. A iluminação e a refrigeração são duas das aplicações em que estas questões se enquadram, devido ao elevado consumo energético que verificam. A iluminação é um dos fatores mais importantes e mais fáceis de adaptação para dar resposta a estas preocupações ecológicas. Assim, com os novos produtos a Lightenjin pretende enquadrar-se neste mercado, dando resposta às suas diferentes necessidades.

Metodologia de trabalho

Para a elaboração destes projetos foi usado um misto de metodologias de design e desenvolvimento, de aprendizagem e know-how a nível empresarial e industrial e uma análise e observação constantes da minha parte.

Como já referi anteriormente, os projetos a nível empresarial correm a um ritmo único, dei aos projetos um alinhamento geral baseado na metodologia projetual de Karl T. Ulrich e Steven D. Eppinger em “Product Design And Development” (2003), no entanto, há fases e ferramentas que sofreram uma abordagem diferente.

De modo geral tive como base de projeto o Project Brief apresentado pela empresa, que definia os principais objetivos do produto, bem como o seu público-alvo e os seus requisitos.

Para a geração de conceitos foi abordado um pequeno benchmarking a produtos e marcas concorrentes, e a seleção de conceitos e componentes contou sempre com presença e opinião técnica do meu orientador.

Para a seleção de materiais e processos foram sempre tidas em conta as capacidades e metas da empresa, optando-se sempre pelas soluções mais adequadas para esta, quase sempre já em execução, e os detalhes e conceção de construção tiveram sempre um impulso, tanto dos conhecimentos que já adquiria como os que fui obtendo com a visualização no chão de fábrica.

Outras ferramentas de nível mais teórico foram abordadas de forma mais prática, recorrendo a prototipagem de produtos ou parte deles para testes, análises de modos de falha, dimensionamentos ou simplesmente efeitos visuais.

Todos os processos ou fases que não foram referidos neste documento já se encontravam em aplicação na empresa ou foram delineados pelos seus órgãos superiores, ficando eu livre da sua execução e usando apenas a informação fornecida.

Contextualização Temática

A luz e a visão

A luz é uma radiação eletromagnética, de caráter ondulatório, que se propaga através de meios materiais, e até no vazio.

Esta é uma radiação que se situa entre as radiações infravermelhas, e ultravioletas, deste modo, e dada a sua amplitude de onda, esta é visível ao olho humano. A luz é considerada o agente físico que ao atuar nos órgãos visuais, produz a sensação da visão.

As grandezas físicas da luz enquanto onda eletromagnética são a sua amplitude, a sua frequência e a sua polarização. Estas grandezas são visíveis para nós como características da luz, sendo a sua amplitude, ou intensidade, identificada como o seu brilho, e a sua frequência traduzida na sua cor.

A luz propaga-se em raios, um raio de luz é a trajetória da luz num determinado espaço, indicando a sua fonte (local onde é criada), e para onde se dirige.

O nosso mecanismo de interpretação da luz são os nossos órgãos visuais, os olhos.

Estes estão concebidos de uma forma específica para captar informação e transmiti-la ao nosso cérebro. Esta informação é captada em forma de imagens, e transmitida como impulsos elétricos.

Os nossos olhos funcionam como sensores e processadores de luz, e estão ligados a estimuladores de sensações.

Os sensores são responsáveis pelos mecanismos de absorção da luz, e estão localizados nos olhos, mais especificamente na retina. Os processadores são responsáveis pela avaliação da informação contida na luz absorvida, inicia-se na retina e é concluída no cérebro. A partir da informação processada são ativados mecanismos de resposta à informação contida na luz absorvida. Estas respostas incluem o ajuste da íris para permitir a passagem de maior ou menor intensidade luminosa (brilho), o direcionamento dos olhos ao mesmo objeto, pelo mecanismo da visão binocular, a avaliação da distância, o ajuste do cristalino para possibilitar uma melhor focalização, a formação da imagem e a sensação causada pelas cores.

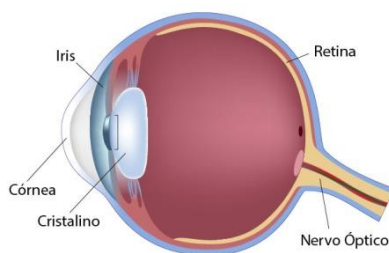


Ilustração 5 - Fisionomia do olho humano

A imagem de um objeto é focalizada invertida na retina, por meio de um sistema composto principalmente pela córnea e pelo cristalino. A córnea tem uma forma arredondada que curva a luz em direção à retina, através do cristalino. Após esta imagem invertida se encontrar na retina, a luz é convertida em impulsos elétricos, e estes transmitidos para o cérebro, pelos nervos óticos, e interpretados pelo córtex visual.

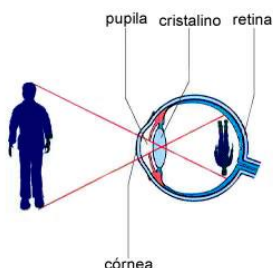


Ilustração 6 – Captação da imagem

A focalização de um objeto ou imagem é feita através do ajuste do cristalino, e tem um processo meramente mecânico que é a contração e o relaxamento de dois conjuntos de músculos, que têm a função de variar a espessura do cristalino.

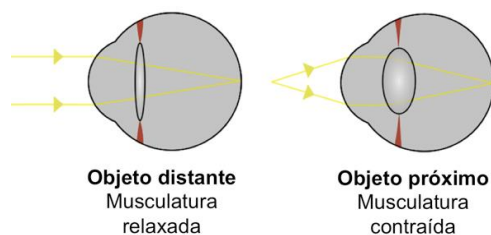


Ilustração 7 - Forma do cristalino

A íris tem a função de regular a intensidade luminosa que entra no nosso olho, aumentando ou diminuindo o tamanho da pupila. (entre 2 a 8 mm). Esta tem também um papel na nitidez da imagem gerada no olho, íris mais fechadas (pupilas mais contraídas) obtém imagens mais nítidas provenientes de objetos com diferentes profundidades, isto define uma maior profundidade de campo visual. Íris mais abertas definem uma menor profundidade de campo visual, ou seja objetos mais próximos vêm-se mais nítidos.



Ilustração 8 - Íris aberta e fechada

A visão binocular define-se pelo direcionamento dos dois olhos ao mesmo objeto focalizado. A visão de dois ângulos diferentes permite uma avaliação da distância, principalmente para objetos mais próximos.

Esta avaliação é feita no cérebro com base nas imagens captadas pelos dois olhos. Para isto é usado um mecanismo de cruzamento de informações, assim o lado esquerdo de cada olho, que focaliza um objeto à direita do campo visual, está ligado ao lado esquerdo do córtex visual. Enquanto o lado direito de cada olho, que focaliza um objeto à esquerda do campo visual, está ligado à parte direita do córtex visual. O cérebro reúne toda esta informação em simultâneo de modo que as imagens focalizadas pelos dois olhos são interpretadas como apenas uma imagem.

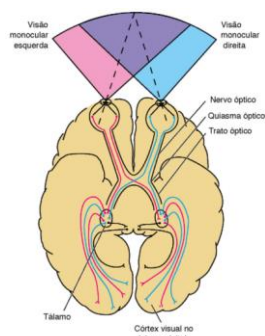


Ilustração 9 - Visão Binocular

Para a interpretação das cores contamos com dois tipos de células localizadas no olho, mais especificamente na fóvea (parte da retina).

Estas células são os cones e os bastonetes. Os cones são as células que reconhecem as cores, são muito dependentes da luminosidade, os bastonetes não são diretamente ligados à identificação das cores, no entanto são os responsáveis pela luminosidade que é necessária aos cones, para estes cumprirem a sua função. Pela sua capacidade de adaptação de luminosidade, os bastonetes são tidos como os responsáveis pela nossa “visão noturna”, e formação de imagens em preto e branco.

Assim os cones são fáceis reconhecedores de cores brilhantes e luminosas, (amarelo, azul ciano, laranja), já os bastonetes ajudam-nos a adaptarmo-nos a condições de visão desfavoráveis (escuridão), e ajudam os cones na interpretação de cores menos brilhantes

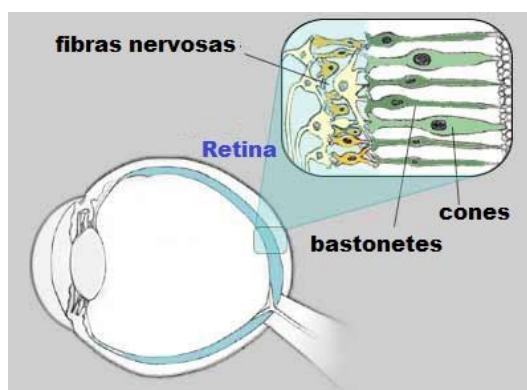


Ilustração 10 - Cones e bastonetes

A iluminação técnica

A nossa visão é um importante meio de recolha de informação, cerca de 70% da informação processada pelo nosso cérebro advém deste sentido. E a iluminação é um fator muito importante para a visão, tendo evoluído bastante na intenção de a melhorar, ou de não lhe causar danos.

A iluminação tem um papel muito importante na vida humana, desde sempre. No início, o trabalho e a sua duração eram definidos pelo número de horas de luz solar que nos era fornecida, quase não havendo atividades fora desse período. Quando surgiu a luz elétrica tornou-se possível estender o trabalho e o tempo de entretenimento até ao horário pretendido, o que possibilitou o desenvolvimento da economia, da cultura, do conhecimento científico, e até do tempo e do tipo de lazer.

Uma iluminação bem planeada é fundamental para a segurança da população, assim, é da preocupação dos fabricantes de produtos de iluminação alcançar alguns objetivos, como a reprodução de cores, a intensidade luminosa, direção e distribuição da luz, economia energética e efeitos decorativos.

O setor da iluminação tomou dois sentidos distintos, um assumiu uma vertente mais decorativa, focado mais no aspeto visual dos equipamentos de iluminação, e na percepção visual da luz. A outra vertente é a iluminação técnica, uma iluminação mais pensada, e é feita com base em normas e regulamentos. É sua função estudar a iluminação adequada à função do espaço em que será aplicada, cumprindo as normas indicadas para esses espaços. E tem como finalidade básica responder a três necessidades:

- Conforto visual
- Percepção visual
- Segurança

A iluminação técnica e todos os seus estudos pretendem dar respostas de otimização de iluminação em diversos espaços de interação. Nestes espaços incluem-se áreas comerciais, espaços industriais e de serviços, escolas, hospitais, campos desportivos, espaços de exposição (museus e galerias), e iluminação pública.

Nos estudos mais importantes e frequentes englobam-se estudos de índice de restituição cromática, temperatura de cor, encandeamento, iluminância e luminância, ensaios térmicos, e estudos luminotécnicos de adaptação aos locais e funções. Com toda esta informação surge grande variedade de aplicações e produtos.

Este é um setor que se encontra em constante evolução, devido aos variados estudos que efetua. Com esta evolução aparecem sempre novas tecnologias de iluminação, novos produtos e novas soluções.

As áreas de aplicação destes produtos e soluções, são frequentemente, de grandes dimensões, o que leva ao uso de imensos produtos, daí a iluminação técnica também incluir estudos e soluções firmadas a outros objetivos como, a redução de custos (quer em componentes, quer em processos), e redução de emissões de CO², bem como outras questões ambientais.

Sistema DALI

DALI é a sigla que resulta do termo em inglês Digital Addressable Lighting Interface.

Em português pode ser interpretado como Interface de Iluminação Digital Direcionável.

Este sistema é um protocolo estabelecido na norma técnica IEC 62386, e pretende ultrapassar o desafio de fornecer luz a um espaço. Fornecer luz a um espaço já é uma função simples e recorrente. O desafio agora é que essa luz seja adequada e de qualidade, e como os espaços são diversos e mutáveis este sistema pretende ser uma solução.

A lista de parâmetros a considerar para que esta solução seja viável é longa, e alguns dos mais importantes são:

- Luminosidade e brilho
- Reprodução de cor e cor da luz
- Controle de intensidade e detecção de presença

Sistemas de iluminação controláveis digitalmente são a chave para muitos destes parâmetros, e permitem uma mais fácil construção e instalação de iluminação, e um controlo de energia, trazendo como benefício adicional maior conforto e segurança para utilizadores e edifícios.

DALI foi desenvolvido como um padrão internacional industrial para a gestão inteligente e fácil de equipamentos de iluminação.

Este padrão incorpora várias partes que permitem controlo e funcionalidade de reatores, equipamentos de emergência e equipamentos LED. Este é o futuro das instalações elétricas de iluminação.

O sistema DALI é aberto, independente do fabricante e acessível a intercâmbios, isto é qualquer produto devidamente criado e identificado para tal, independentemente do seu fabricante, pode ser instalado neste sistema e vai cumprir cos comandos especificados na norma IEC 62386.

Conceitos temáticos

São aqui referenciadas algumas definições relevantes no âmbito deste relatório, principalmente de noções e terminologia referente ao tema deste documento. Com a apresentação destas definições pretendo não só dar enquadramento teórico dos projetos aqui descritos, como dar algumas noções para melhor entendimento de futuras descrições. Ao fazê-lo aqui pretendo instruir minimamente o leitor para que o relato de outras partes do documento sejam mais fluídas e focadas.

Fluxo luminoso

Símbolo Φ

Unidade: lúmen [lm]

O fluxo luminoso representa a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa por unidade de tempo, em todas as direções, medida logo a partir da sua origem.



Ilustração 11 - Fluxo luminoso

Intensidade luminosa

Símbolo I

Unidade: Candela [cd]

A intensidade luminosa é a concentração de luz numa dada direção específica irradiada por segundo. Pode-se designar também como o fluxo luminoso que sai da fonte de luz em apenas uma direção, assim ocorre em função do ângulo de estudo.

Iluminância

Símbolo E.

Unidade: lux [lx]

A iluminância é percebida como o valor do fluxo luminoso que incide numa superfície medida por uma unidade de área. Este conceito ganhou importância no setor da iluminação porque estipulou-se que, para determinada tarefa visual existe uma densidade de luz adequada. Ou seja a luz que é emitida por uma fonte luminosa (fluxo luminoso) deve ser adequada à tarefa visual pretendida, e esta adequação é medida através da iluminância. (densidade de luz que atinge determinada superfície).

Iluminância Lux	Atividades	
15		
30 60	Orientação, só estadias temporárias	
120 250	Tarefas visuais ligeiras com contrastes elevados	Ex: trabalhos em armazéns, estaleiros, minas, salas de espera, trabalhos de pintura e polimento
500 750	Tarefas visuais normais com detalhes médios	Ex: trabalhos em escritórios, processamento de dados, leitura
1000 1500	Tarefas visuais exigentes com pequenos detalhes	Ex: desenho técnico, comparação de cores, montagem de pequenos elementos em eletrónica
2000 3000	Tarefas visuais muito exigentes com detalhes muito pequenos	Ex: montagem de componentes miniaturizados, trabalhos de relojoaria, montagem fina, com tolerâncias muito apertadas
≥ 5000	Casos especiais	Ex: salas de operações

Tabela 2 - Iluminância por atividade

Luminância

Símbolo L

Unidade: Candela por metro quadrado [cd / m^2]

Luminância é a medida fotométrica da intensidade luminosa por unidade de área. Pode ser entendida como a quantidade de potência luminosa percebida pelo olho humano quando este observa uma superfície a partir de um determinado ângulo de visão. É muito utilizada porque é interpretada como o brilho emitido por essa superfície

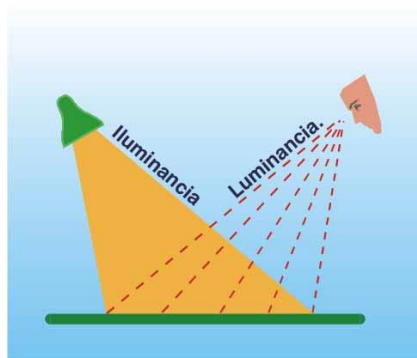


Ilustração 12 Iluminância e luminância

Reflexão

A reflexão ocorre quando a luz que incide numa superfície é reenviada por essa mesma superfície.

A reflexão regular ocorre quando a luz é refletida numa só direção, isto porque a superfície de incidência é lisa e polida. Quando a superfície de incidência é irregular ou rugosa a reflexão é difusa, os raios refletidos saem em diferentes direções.

A reflexão mista ocorre quando os dois tipos de reflexão anteriores se verificam na mesma superfície.

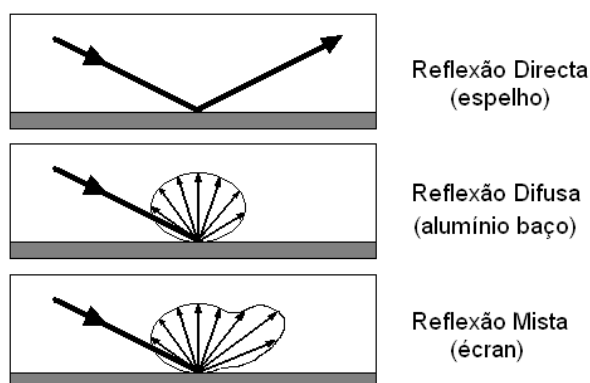


Ilustração 13 – Reflexão

Eficiência luminosa

Unidade de medida: Lúmen/Watt [lm/W].

O rendimento luminoso de uma fonte de luz indica o fluxo emitido por essa fonte de luz em função da potência elétrica consumida para a sua obtenção. Assim, é mais rentável uma fonte de luz que emita um bom fluxo luminoso mas que para obtenção desse mesmo fluxo tenha consumido a menor potência elétrica possível.

Temperatura de cor

Símbolo: TCC

Unidade: kelvin [k]

A temperatura da cor não tem propriamente a ver com a temperatura que a luz (lâmpada) atinge, mas sim com o seu matiz (tom). Aquando da realização dos testes que definiram esta escala o seu autor Lord Kelvin, aqueceu um corpo negro a diferentes temperaturas anotando o matiz que estes adotavam a cada variação de temperatura. Na Luz, quando nos referimos a uma certa temperatura, referimo-nos ao matiz que esta apresenta.

Isto quer dizer que a luz não alcança aquela temperatura física, mas sim que o seu matiz tem um valor igual ou semelhante ao matiz gerado por incandescência naquela determinada temperatura.

Como não se trata da temperatura física da luz esta tem a terminologia de temperatura correlata da cor (TCC).

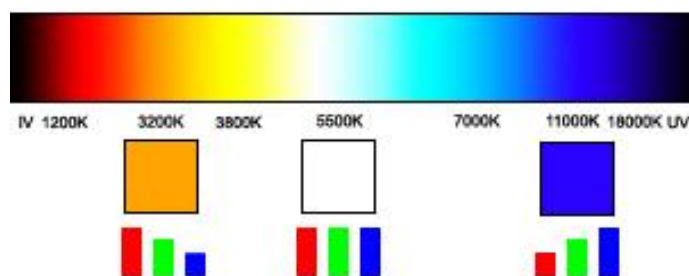


Ilustração 14 - Temperatura de cor

Luz quente e luz fria

Estas terminologias geram alguma confusão, pois no geral misturam três conceitos distintos, que são o calor que a luz produz, a temperatura de cor, e a sensação psicológica que esta transmite.

Assim esta designação baseia-se especialmente neste último conceito de sensação psicológica transmitida. Tonalidades laranja e amarelas, apesar de menor temperatura de cor (3200 K) dão a sensação de calor, daí serem consideradas luz quente. Tonalidades brancas – azuladas, que apresentam temperatura de cor superior (6500 K), dão sensação de mais frieza, sendo assim consideradas de luz fria.

Luz mais quente, maior aconchego e relaxamento, luz mais fria, maior atividade. Assim em termos de aplicação as luzes quentes são direcionadas para áreas sociais e dormitórios, e as luzes frias mais usadas em locais como escritórios e áreas de serviço.

A temperatura física depende apenas do tipo de lâmpada utilizada, e não tem a ver com temperatura de cor, de forma que uma mesma lâmpada pode ser equilibrada para diferentes temperaturas da cor, gerando sempre o mesmo calor (temperatura física).



Ilustração 15 – Amplitude de cor do LED

Índice de restituição cromática

Símbolo: IRC

Unidade de medida: Unidades (máx 100)

A capacidade de uma fonte de luz em “reproduzir” as cores mais perto da realidade mede-se com o IRC.

A luz em si não reproduz as cores mais ou menos perto da sua realidade, mas ajuda à sua interpretação por parte do olho humano.

O valor máximo do IRC é 100, o valor atribuído à luz solar, neste tipo de luz os objetos têm a sua cor natural. Nas lâmpadas é medido o IRC em comparação com a luz solar. Lâmpadas que apresentem IRC superior a 80 são consideradas excelentes para o reconhecimento de cores.

Índice de Proteção

Nos aparelhos de iluminação é muito importante garantir o seu correto funcionamento, para prolongar a sua longevidade. Neste aspeto a sua proteção mecânica é importante. Foi criado um código para esta mesma proteção mecânica, que diz respeito à penetração de corpos sólidos e líquidos nos aparelhos de iluminação.

A representação deste índice junto de um aparelho vai apresentar-se sempre com as iniciais IP (índice de proteção) seguidas de dois algarismos. Ex.: IP67. O primeiro algarismo é indicador do nível de proteção contra penetração de corpos sólidos, o segundo algarismo é o indicador do nível de proteção contra penetração de corpos líquidos.

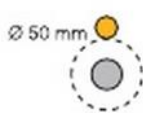

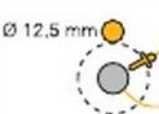
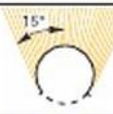
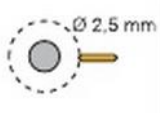
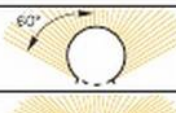
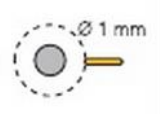
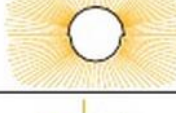
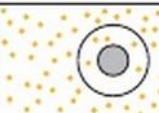

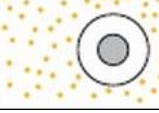
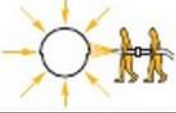
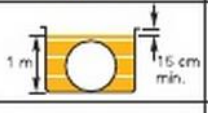
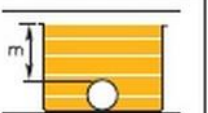
IP	testes		IP	testes	
0		Sem proteção	0		Sem proteção
1		Corpos sólidos superiores a 50 mm (ex.: contatos involuntários da mão)	1		Quedas de gotas de água (condensação)
2		Corpos sólidos superiores a 12,5 mm (ex.: dedos da mão)	2		Quedas de água de até 15° de inclinação
3		Corpos sólidos superiores a 2,5 mm (ex.: chave de fenda, fios)	3		Chuva de até 60° de inclinação
4		Corpos sólidos superiores a 1 mm (ex.: ferramentas finas, pequenos fios)	4		Projeção de água de qualquer direção
5		Poeira e areia (sem depósito prejudicial)	5		Jato de água de qualquer direção (ex.: mangueira de bombeiro)
6		Totalmente protegido contra poeira	6		Projeção de água semelhante a vaga do mar
			7		Imersão
			8		Imersão prolongada sob pressão

Tabela 3 - Índice de proteção

DXF

Do inglês Drawing Exchange Format, é um ficheiro de transferência de informação, 2D e 3D, gerado por um software de CAD, para poder ser aberto por um outro software de tratamento de imagem.

CAD

Desenho auxiliado por computador, mais conhecido pela sigla CAD que vem do inglês Computer-Aided Design, é o uso da tecnologia de computador para o design de objetos, reais ou virtuais.

CAD geralmente envolve mais do que apenas as formas. CAD pode ser usado para desenhar as curvas e figuras em duas dimensões (2D), ou curvas, superfícies ou sólidos em três dimensões (3D) de objetos. CAD é uma arte industrial muito importante, usado extensivamente em muitas aplicações.

STL

STL (STereoLithography) é um formato de arquivo nativo para o software CAD criado por Stereolithography 3D Systems.

STL é também conhecida como a linguagem padrão para software CAD. Um arquivo STL descreve uma estrutura de superfícies triangulares e os vértices dos triângulos usando um sistema de coordenadas cartesianas tridimensional.

Componentes temáticos

Neste tópico do relatório vou apresentar os componentes utilizados em iluminação técnica, e nos equipamentos que foram desenvolvidos. São aqui explicadas as suas funções e os motivos da seleção.

Tipos de lâmpada – O LED

Há quatro tipos de lâmpadas com maior aplicação e utilização no mercado atualmente, as lâmpadas fluorescentes, as de halogéneo, as incandescentes e os LEDs.

As lâmpadas incandescentes, tidas como as lâmpadas comuns são constituídas por um filamento de tungsténio que ao receber energia elétrica aquece, fica incandescente, e irradia luz. Têm um curto período de vida (cerca de 9 meses, 750 horas) são as mais baratas no mercado, e o tom da luz emitida é amarelada, sendo interpretadas como luz quente.



Ilustração 16 - Lâmpada incandescente

As lâmpadas de halogéneo são também constituídas por um filamento de tungsténio e ainda por um gás halogéneo (iodo ou bromo, normalmente), isto aumenta a vida útil da lâmpada para cerca de 2 anos (2000 horas). A qualidade da iluminação é semelhante à lâmpada incandescente. Foram criados vários tipos para as diferentes aplicações.



Ilustração 17 - Lâmpadas de halogéneo

Existem dois tipos de lâmpadas fluorescentes, as compactas e as tubulares. Nestas lâmpadas a luminosidade dá-se em maioria devido à reação química que ocorre entre os dois gases contidos no seu interior (mercúrio e árgon), e não devido à energia elétrica, o que gera uma poupança neste aspeto, tornando a lâmpada mais económica.

As lâmpadas de halogéneo compactas têm uma vida útil entre 6 e 12 anos, e as tubulares cerca de 7 a 15 anos.

Estas lâmpadas são bastante eficientes, no entanto a luminosidade tem um aspeto mais artificial, pois apresentam um IRC menor.



Ilustração 18 - Lâmpadas fluorescentes

Os LEDs, dentre todos os tipos de lâmpadas, são as mais eficientes. Isto traduz-se numa maior durabilidade, maior economia e maior luminosidade. Em contrapartida é uma das mais caras do mercado.

O díodo emissor de luz é sobretudo conhecido pela sua sigla em inglês LED (Light Emitting Diode). A sua função básica é a emissão de luz em locais e instrumentos onde se torna mais conveniente a sua utilização, em vez de uma lâmpada convencional.

O seu princípio de funcionamento baseia-se na eletroluminescência, emissão de luz pela passagem de energia. É um processo muito eficiente que pode representar uma poupança de 80%, relativamente às lâmpadas incandescentes.

Na Europa, a produção de lâmpadas incandescentes está proibida desde setembro de 2012.

A substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes ou de LEDs é tida como a mais importante medida de controlo das emissões de gases com efeito de estufa.

Os LEDs apresentam várias vantagens em relação aos demais tipos de lâmpadas, para além da elevada vida útil e de converterem em luminosidade a maior parte da energia que consomem, aquecendo menos que as outras, são ainda muito versáteis em relação à temperatura de cor, apresentando soluções diversificadas para diferentes tipos de aplicações.

Neste estágio a utilização de LEDs foi obrigatória em todos os projetos, visto ser uma solução viável para a empresa, e com grande emprego neste setor.



Ilustração 19 - Lâmpadas LED

Refletores

Um refletor parabólico, converge raios eletromagnéticos de diferentes direções, para um único ponto dele, chamado de ponto focal. No caso dos raios de luz e no caso específico da iluminação, este tem o efeito inverso, e dispersa uniformemente os raios situados no seu ponto focal, gerados pela lâmpada ou LED aí colocado.

Os refletores são construídos em materiais com grande índice de reflexão, pois um dos requisitos é o mínimo desperdício de energia. Assim a sua maioria é fabricada em alumínio



Ilustração 20 - Exemplo de refletor

A iluminação técnica tem de se adequar à função e local da sua aplicação, e alguns dos fatores que assistem a esse objetivo dependem do refletor a utilizar.

É de grande importância num projeto de iluminação conhecer a curva ou diagrama fotométrico dos focos luminosos. Também chamado de diagrama polar ou cartesiano, este é um documento fornecido pelos fabricantes de lâmpadas, luminárias e refletores, em que nos é apresentada a curva indicadora das intensidades luminosas de um foco de luz, em função da direção em que o foco é observado. Analisando fundamentalmente a luminância de certa superfície, tendo em conta o foco de luz que lhe é “apontado”.

Estes diagramas ajudam-nos a perceber a aplicação indicada para um tipo de refletor, lâmpada ou luminária, ou, no caso inverso, selecionar o elemento mais correto para a aplicação desejada.

No geral há três soluções base, para uma “luz” mais focada, ou mais dispersa, conhecidas como:

- Spot – com uma abertura de feixe entre 20° e 25°.
- Medium – com uma abertura de feixe entre 35° e 40°.
- Wide – com uma abertura de feixe superior a 50°.

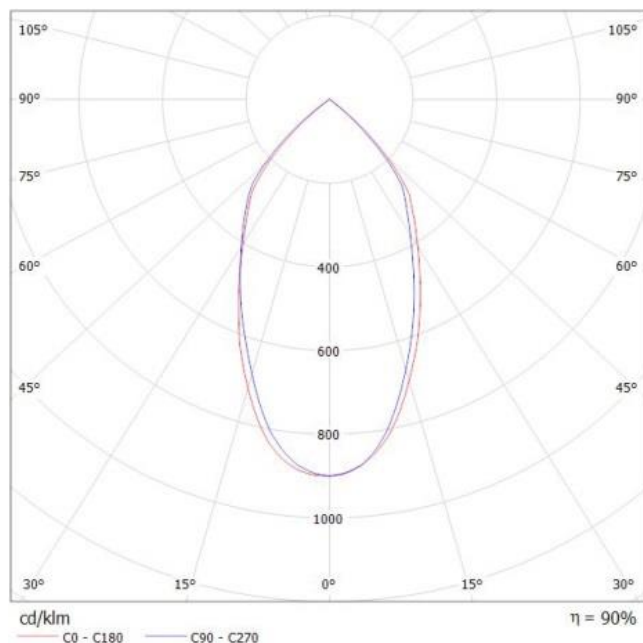


Ilustração 21 - Exemplo de curva fotométrica

Dissipadores de calor e Ventiladores

A produção de luz elétrica gera sempre calor. Visto o espaço de uma luminária ser limitado, e em muitos casos (luminárias de embutir) o ambiente envolvente ter dimensões reduzidas, muitas vezes, ocorre o sobreaquecimento dos equipamentos o que pode levar a uma falha total das suas funções e à danificação de componentes. Há uma solução para evitar este sobreaquecimento, aumentando a taxa de dissipação térmica.

Para aumentar a taxa de dissipação térmica é necessário aumentar a área onde o fluxo térmico possa ocorrer. Através de um dissipador conseguimos aumentar essa área, onde vai ocorrer o processo de condução térmica.

O dissipador absorve o calor gerado pelo LED, e conduz esse calor para as suas alhetas, onde estas o transmitem ao meio envolvente, o ar. Estas alhetas devem ter a geometria que melhor se adaptar à construção do equipamento, e devem sempre atender à função de que o ar passe entre elas absorvendo o calor destas, criando um ciclo de convecção, ar quente sobe e ar frio ocupa a sua posição.

Os materiais mais comuns nestes dissipadores são os metais (grande índice de condução térmica), normalmente o cobre ou o alumínio.

Um LED é mais eficiente quanto mais baixa for a sua temperatura de funcionamento, os LEDs podem atingir uma temperatura de funcionamento de 65°C, daí a importância dos dissipadores, no aumento do seu tempo de vida útil.



Ilustração 22 - Dissipador

O processo de convecção num dissipador pode ser feito passiva ou ativamente. Um dissipador passivo conta apenas com a movimentação regular do ar, já um dissipador ativo carece de um instrumento para promover a circulação do ar.

O dissipador ativo tem então duas partes essenciais, o corpo de dissipação, e um ventilador, este pode ser de dois tipos, uma ventoinha, ou um ventilador de membrana.

Na seleção do ventilador para os diferentes projetos foram excluídos os ventiladores do tipo ventoinha, devido à acumulação de partículas de pó no interior do dissipador, do qual esta era responsável, o que causava no dissipador uma perda de eficiência. Foi ainda considerado o ruído de funcionamento produzido pela ventoinha, que se intensifica com o número de aparelhos em funcionamento em espaços confinados, e que tem dado já origem a várias queixas por parte de clientes/utilizadores.

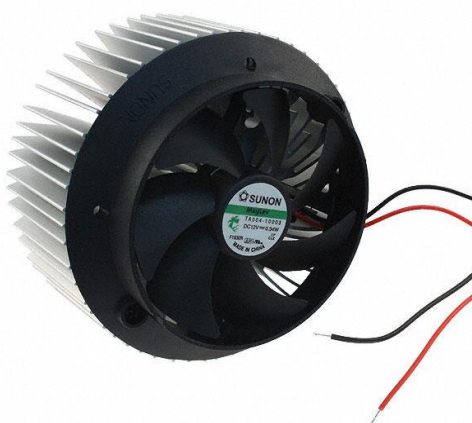


Ilustração 23 - Exemplo de dissipador ativo com ventoinha

Foi apresentada recentemente no mercado uma solução que permite a ventilação sem ventoinha, esta é feita através de uma membrana que oscila no eixo vertical, fazendo desta forma circular o ar por entre as alhetas, aumentando significativamente a eficiência do dissipador, como se mostra na ilustração 24.

Esta foi então a solução selecionada para os projetos.

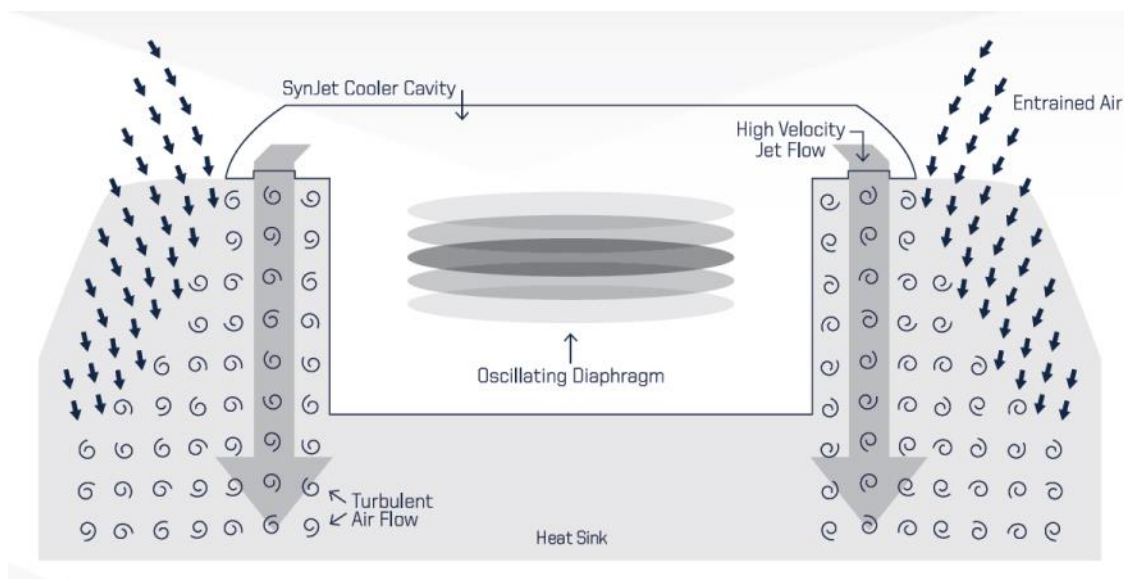


Ilustração 24 - Esquema de funcionamento da tecnologia SynJet



Ilustração 25 - Esquema de funcionamento da tecnologia SynJet com dissipador

Fontes de alimentação

Uma fonte de alimentação tem várias funções, basicamente 4, transformar, retificar, filtrar e regular a tensão fornecida pela rede.

Há aparelhos que funcionam apenas a corrente contínua, e a corrente fornecida pela rede é corrente alternada, assim é função da fonte de alimentação tornar esta corrente utilizável para estes aparelhos, transformando corrente alternada em corrente contínua, retificando os pulsos de modo a produzir uma saída polarizada em contínua e com uma tensão constante, geralmente de valor inferior ao fornecido pela rede.

Este é o caso dos LEDs, que funcionam com tensões muito baixas, daí ser necessário o uso de uma fonte de alimentação.

Para garantir o correto funcionamento dos LEDs, e do aparelho, a fonte de alimentação tem ainda as seguintes funções:

- Automação do controlo de temperatura;
- Proteção contra sobreaquecimento;
- Proteção contra curto-circuitos;
- Proteção contra picos de energia;

Controladores de ventilação

Um controlador de ventilação é um equipamento que controla o funcionamento do sistema de ventilação instalado no dissipador. Este equipamento é necessário quando a fonte de alimentação não faz ela própria o controlo e operação do sistema de ventilação. É adicionado então aos componentes da luminária e tem um grande impacto no gasto de energia da luminária e principalmente da fonte de alimentação. Tem funções de adaptação de corrente de funcionamento e outras, semelhantes às da fonte de alimentação.



Ilustração 26 – Controlador de ventilação

Calha eletrificada

Uma calha eletrificada consiste em um perfil, geralmente de alumínio, devidamente eletrificado, por dentro, onde será possível instalar equipamentos de iluminação adequados para esta utilização.

Dentro das calhas estão dispostas todas as cablagens elétricas necessárias para a acomodação de três luminárias.

Os cabos estão devidamente isolados e são quatro, um é neutro, e três são fase, criando assim um sistema trifásico que permite ligar três equipamentos, um em cada fase.

O sistema trifásico tem como principal função balancear a potência consumida pelas 3 fases, para que os valores de tensão sejam iguais nas três fases, mas desfasados 120°.

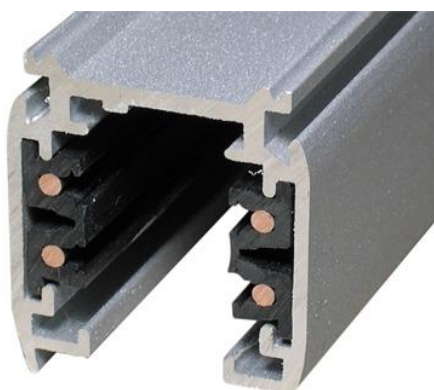


Ilustração 27 - Exemplo de calha eletrificada

Este é um aparelho que permite uma grande versatilidade.

A calha pode albergar até três (podem ser menos, mas nunca mais) projetores, em qualquer posição da calha. Podem ser feitas calhas de diferentes dimensões e com ajuda de alguns acessórios, as calhas podem “fazer” curvas e apresentar um bom acabamento.

Suporte para calha eletrificada

Para fazer a ligação do equipamento de iluminação à calha eletrificada é necessário um suporte. Este para além de fazer passar a corrente da calha para o projetor, serve ainda outros propósitos, como fazer a ligação terra, e fixar o projetor à calha.

Este tipo de equipamento é muito utilizado quando é necessária uma disposição versátil dos equipamentos de iluminação. É utilizado em museus, exposições, espaços comerciais e outros em que as exibições variam frequentemente.



Ilustração 28 – Suporte para calha eletrificada

Processos de fabrico

Apresento aqui uma breve descrição dos processos de fabrico utilizados nos projetos aqui descritos. Pretendo assim deixar uma breve instrução, para melhor entendimento quando surgirem estes termos nas descrições dos projetos que se seguem.

Moldação por injeção

A moldação por injeção é um dos processos mais utilizados na conformação de termoplásticos.

Atualmente os equipamentos de injeção de plásticos funcionam da seguinte forma, é introduzido o termoplástico granulado, no funil de alimentação, este seguidamente entra para o canal de aquecimento, ou cilindro de plastificação, onde o granulado se vai fundir criando assim uma pasta homogénea, que por sua vez será injetada no molde, criando assim uma peça em plástico injetado, o molde abre e a peça deverá ser retirada facilmente, para que o ciclo seja o mais rápido possível. O molde é previamente preparado para ter a cavidade com a forma da peça que se pretende.

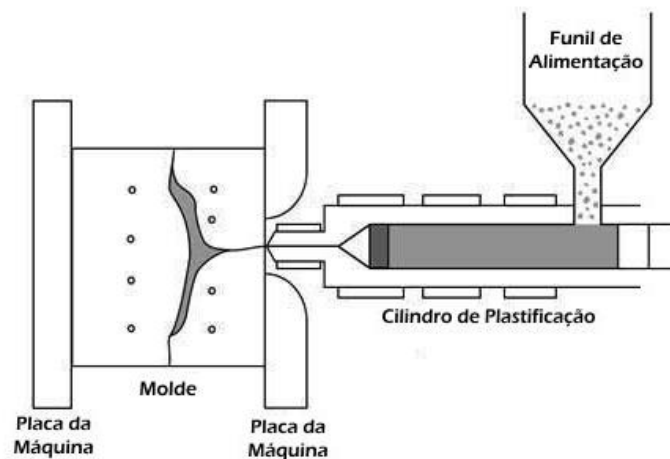


Ilustração 29 - Esquema da injetora

A peça a injetar deverá ser projetada para que seja retirada o mais facilmente possível, é desenhada com ângulos de saída em relação à posição da peça no molde, e pensada na dualidade do molde, o molde tem sempre duas partes que abrem, pela linha de apartação.

Esta tecnologia apresenta várias vantagens:

- Podem-se produzir peças de elevada qualidade com velocidades de produção altas;
- O processo tem custos laborais relativamente baixos;
- Produz peças com bom acabamento superficial;
- O processo pode ser muito automatizado;
- Podem produzir-se peças de alta complexidade.

Apresenta também desvantagens:

- O elevado custo do equipamento (injetora e moldes), faz com que seja necessário produzir um elevado número de peças, para justificar o investimento.
- O processo tem de ser rigorosamente controlado, para se obter produtos de elevada qualidade.

Quinagem

A quinagem é um processo de alteração de forma que consiste na deformação plástica de chapa permitindo o fabrico de superfícies planificáveis de geometria cilíndrica, cónica ou prismática. É um processo tecnológico que utiliza no fabrico um cunho e uma matriz. Normalmente a quinagem é utilizada para pequenas séries de fabrico. Permite o fabrico de peças de chapa com superfícies planificáveis.

Tem algumas limitações de geometrias e ângulos.

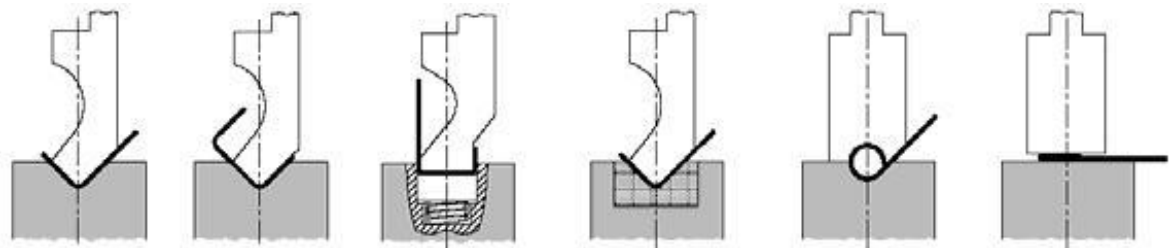


Ilustração 30 - Exemplos de quinagem

Corte laser

O corte laser é uma tecnologia que utiliza um feixe de luz extremamente potente para cortar metal. Este feixe é capaz de alterar as propriedades à superfície do material a cortar e está concentrado em apenas um raio de luz. Este raio é controlado por CNC (computer numerical control) com muita precisão, permitindo um corte perfeito, uma ampla série de geometrias, e um serviço rápido, e limpo. Este é um processo que valoriza muito os produtos e aumenta a qualidade de produção, e é utilizado quando é necessária uma apertada tolerância de dimensões.

Como é controlado por computador, é sempre necessário um desenho 2D para o corte, interpretado pelo software de corte do computador.

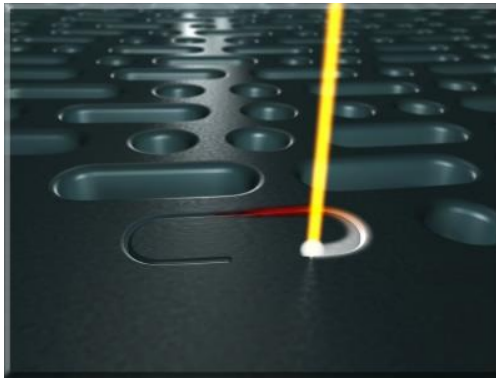


Ilustração 31 - Corte laser

Repuxagem

A repuxagem consiste em transformar um disco de metal num objeto de revolução.

Para realizar este processo é necessário um molde com a forma prévia pretendida, este molde é colocado num torno mecânico, onde posteriormente será adicionado o disco metálico, o disco ganha a forma do molde com o auxílio de uma vara metálica pressionada pelo operador da máquina. Neste processo normalmente utilizam-se discos de alumínio, dado à dureza do material.



Ilustração 32 – Exemplo de repuxagem

Termoformação

Para o processo de termoformação é necessário um pré produto, isto é um produto com uma forma prévia que não é a forma final pretendida, mas que se aproxime dessa forma. Esse pré produto é então aquecido a uma temperatura que lhe permita a deformação plástica, e forçado contra um molde com a forma final pretendida, arrefecido e finalizado.

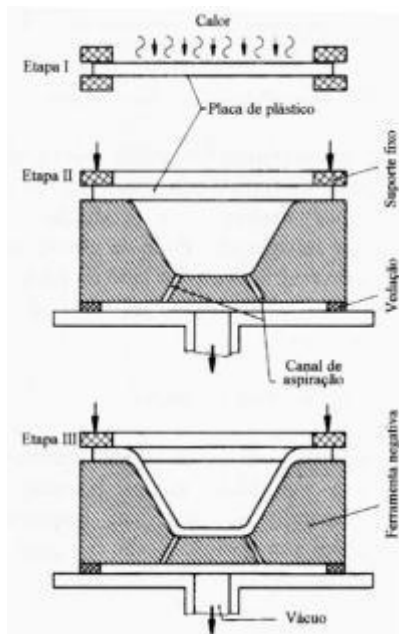


Ilustração 33 - Termoformação

Tecnologias de prototipagem utilizadas

Para a realização dos protótipos dos produtos recorreu-se a tecnologias de prototipagem rápida, para além de outros processos de fabrico já descritos.

Selective Laser Sintering – SLS

Em português conhecida por sinterização SLS, ou sinterização seletiva por laser.

A tecnologia SLS permite a criação de objetos tridimensionais a partir de um ficheiro CAD 3D. O modelo físico é construído através de um processo aditivo de sinterização de poliamida em pó.

O processo começa com um ficheiro CAD 3D, em formato STL, que é interpretado pelo software da máquina e virtualmente seccionado em camadas transversais. Cada camada pode ter normalmente entre 0,08 e 0,12 mm de espessura.

Dentro da câmara de processamento o pó é consolidado por sinterização através de um feixe de laser de CO₂. Este feixe consolida uma a uma as camadas seccionadas inicialmente, solidificando as áreas da secção necessárias para a geometria da peça a obter. A sucessiva acumulação de camadas de pó solidificado resulta num modelo tridimensional sólido da peça pretendida, em poliamida. Como toda a câmara contém pó, e apenas as secções definidas para a geometria da peça são solidificadas, todo o pó solto que não é sinterizado pode ser reutilizado, esta tecnologia permite ainda que não seja necessário nenhum suporte para a peça.

Devido às propriedades do material utilizado os protótipos obtidos apresentam excelente resistência mecânica e flexibilidade, sendo apropriados para modelos funcionais. As grandes dimensões da câmara de processamento permitem várias geometrias e peças com alguma dimensão.



Ilustração 34 - SLS 3D printer

Fused deposition modeling – FDM

Em português conhecida como moldação por deposição de material fundido.

Nesta tecnologia é possível criar peças em plástico extrudido.

A forma mais normal de ver esta tecnologia é em forma de impressora 3D.

A impressora tem uma plataforma que serve de base para a peça e uma cabeça de impressão, ponta da extrusora, por onde sai o material. Dependendo da impressora a parte móvel pode ser a plataforma de suporte, ou a cabeça de impressão, ou as duas, em qualquer dos casos estas movem-se nos eixos X, Y e Z, seguindo as indicações do computador.

Depois do material, termoplástico ser aquecido até um estado semilíquido este sai pela ponteira da cabeça de impressão e é depositado na plataforma, camada após camada, nos locais estabelecidos pelo desenho interpretado pelo software da impressora, para formar a geometria pretendida.

Pode ainda ser usado algum material para dar suporte à peça, este é no final, facilmente retirado, ficando apenas a peça com a geometria pretendida.

Com esta tecnologia podem ser criadas peças finais, funcionais e com grande resistência mecânica e térmica.



Ilustração 35 - Dimension sst 1200

Gloria

Project brief

Para iniciar atividades na Lightenjin foi-me proposta a criação de uma família de candeeiros, empregando tecnologia LED.

A família de candeeiros será constituída por:

- 1- Candeeiro de secretária;
- 2- Candeeiro de pé alto;
- 3- Suspenso do teto;
- 4- Saliente de parede;

Com este conceito de família de produtos pretende-se transmitir a ideia de uniformidade e relação entre as diferentes partes constituintes, tentando de uma forma orgânica interligar as diferentes funções dos diferentes locais, sem forçar compatibilidades.

Foi-me pedido que desse mais ênfase ao candeeiro de secretária, começando a família por este elemento, e progredindo como numa metamorfose para os restantes elementos da família.

Foi-me dada total liberdade para a seleção de processos de fabrico, apenas de forma a não haver conflito entre estes e a utilização da tecnologia LED.

O mercado alvo que pretendemos atingir com este produto são escritórios e residências, focando uma perspetiva de otimização e conforto visual.

Conceitos

Os conceitos foram idealizados e desenhados manualmente por mim, passando por fases de seleção, por parte do meu orientador, o Eng. José Mota.

Todos os esboços criados encontram-se nos anexos deste documento.

Conceito selecionado

Este foi o conceito vencedor, selecionado após apresentação de todos os conceitos. Todo o desenvolvimento e detalhe do conceito ficou ao meu critério, e nas imagens abaixo estão esboçados os traços gerais e principais ideias do conceito.

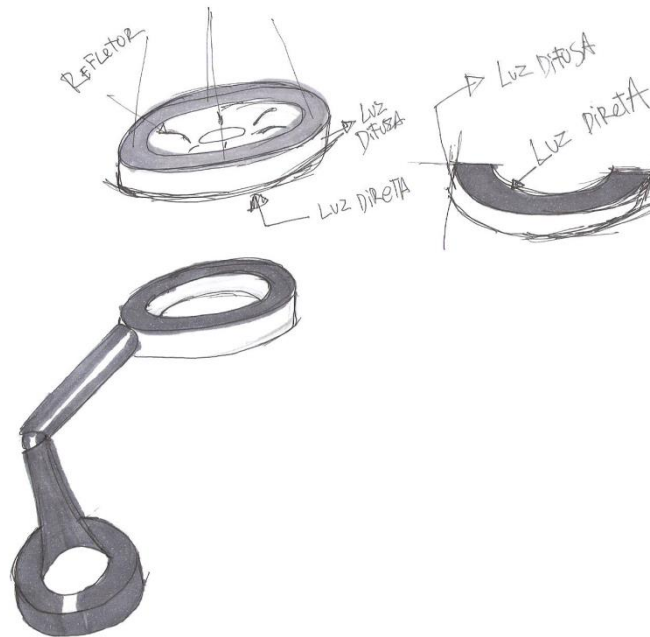


Ilustração 36 - Esboço inicial do Projeto Gloria

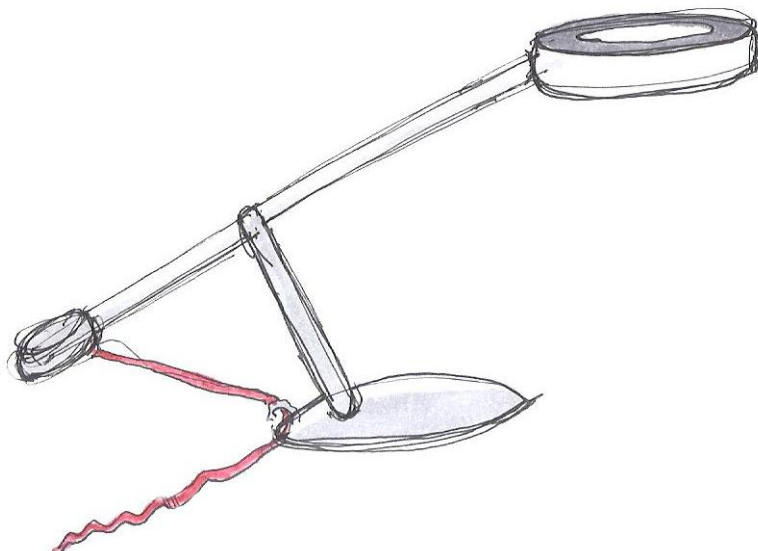


Ilustração 37 - Evolução do conceito inicial

Nome do projeto

Para idealização do nome foquei-me na linguagem das peças, visualizando o diálogo entre a sua estrutura aparentemente delicada e a elegância da sua forma circular. A sensação de leveza e tranquilidade que transmite traduzem-se pelo nome Gloria.

Modelação 3D

Para a realização da modelação 3D, foi utilizado o software SolidWorks 2013 Premium. Para definir prioridades na execução do projeto, foquei-me no conceito de família, e assentei quais os componentes comuns e quais os variáveis entre os diferentes elementos. Assim foi definido um componente comum que seria o grupo ótico. O grupo ótico mantinha-se comum aos elementos mas a sua dimensão variava entre as luminárias pequenas, e as luminárias grandes.

No caso das luminárias pequenas, o candeeiro de mesa e o candeeiro de parede, a dimensão seria de Ø 200mm, e nas luminárias de teto e de pé alto esta dimensão seria de Ø400mm.

Para definir estas dimensões foram tidos em conta os processos que mais se adequariam a este desenho

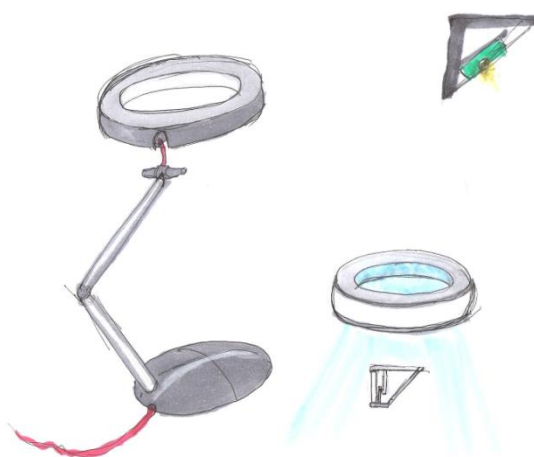


Ilustração 38 - Início do estudo de construção

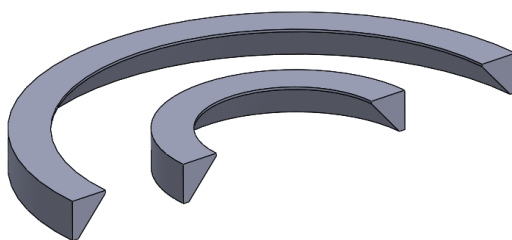


Ilustração 39 - Diferença de tamanho entre grupos

Candeeiro de secretária

O candeeiro de secretária tem como finalidade de utilização estar em cima de uma secretária ou de uma mesa. Esta posição confere-lhe algum destaque o que lhe infere algum carácter decorativo, nunca esquecendo que se encontra implicado na iluminação técnica, e não poderá descurar a sua função.

Os principais requisitos que a caracterizam são:

- Ajustável em altura
- Ajustável a nível da orientação focal
- Contrapeso na traseira
- Ajustável por aperto
- Grupo ótico de Ø200mm

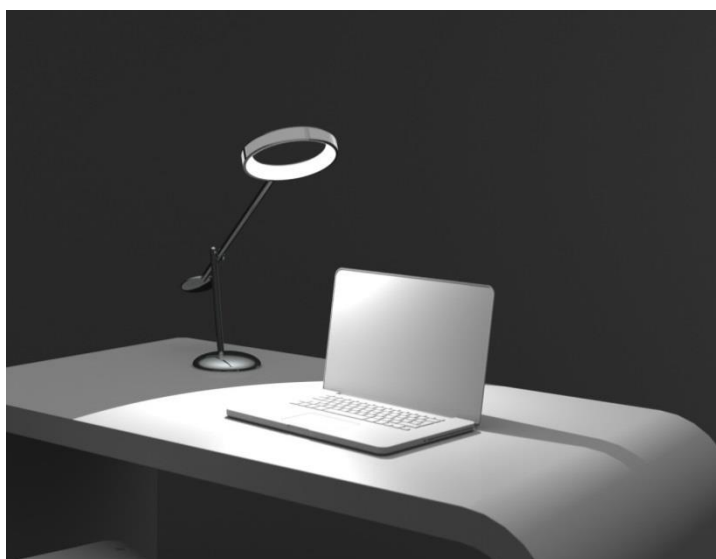


Ilustração 40 - Fotorrealismo Candeeiro de secretária

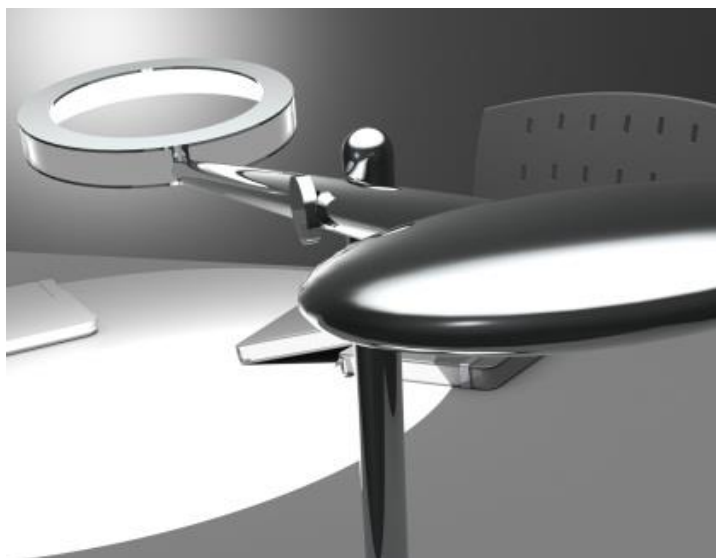


Ilustração 41 - Detalhe do contra peso

Sendo ajustável em termos de altura e de orientação focal este candeeiro adapta-se a diferentes modos de utilização. Com as seguintes imagens pretendo mostrar a sua ajustabilidade e versatilidade, bem como as funções a que diz respeito. Para uma maior dispersão de luz (ilustração 42) sobre a área de trabalho o grupo ótico pode ser afastado (em altura) do tampo da mesa, e ainda pode ser direcionado consoante a necessidade, transmitindo a sensação de uma luz mais leve. No caso inverso (ilustração 43) o grupo ótico pode ser aproximado da mesa, focando a luz num menor espaço, e esta pode ainda ser direcionada para enfatizar um local ou objeto específico, dando uma perceção de maior intensidade de luz.

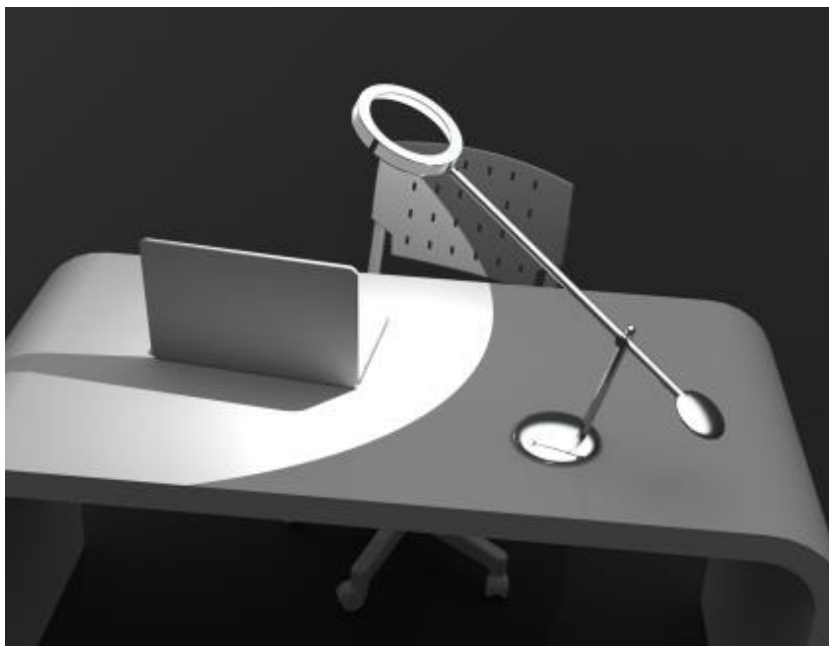


Ilustração 42 – Exemplo da regulação da intensidade de luz

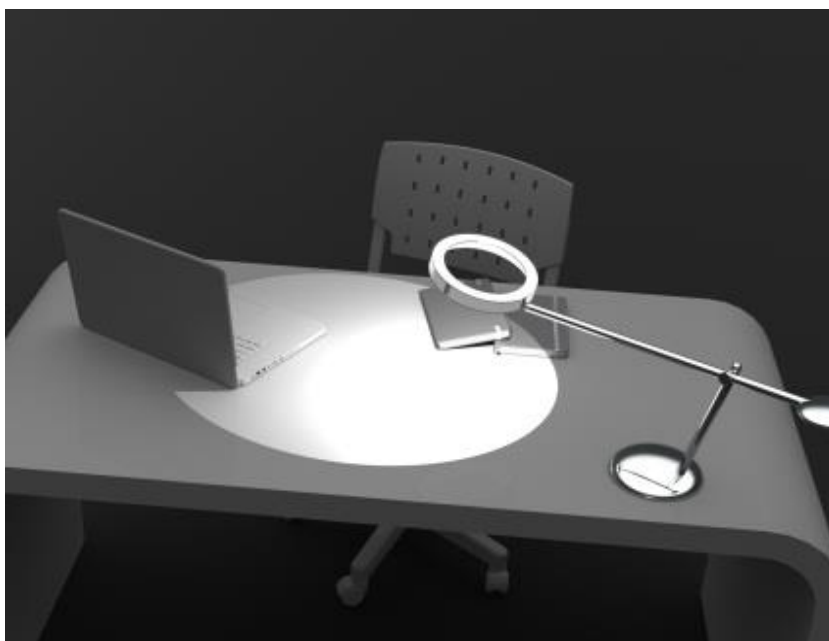


Ilustração 43 - Exemplo da regulação da intensidade de luz

Candeeiro de pé alto

O candeeiro de pé alto estará sempre apoiado no solo, pelas suas dimensões e localização terá também um efeito muito visual e decorativo no espaço de utilização. Cumprindo assim também uma dualidade de funções.

Em modo de utilização este candeeiro é também muito versátil, pois quando adicionado a uma estação de trabalho maximiza a intensidade luminosa desse espaço dando um maior conforto visual ao seu utilizador. Já quando utilizado num espaço de lazer transmite uma sensação de conforto luminoso, com uma luz mais dispersa e global.

As características que o representam são as seguintes:

- Ajustável em altura
- Ajustável a nível da orientação focal
- Contrapeso na lateral
- Ajustável por aperto
- Grupo ótico - Ø400mm
- Versátil

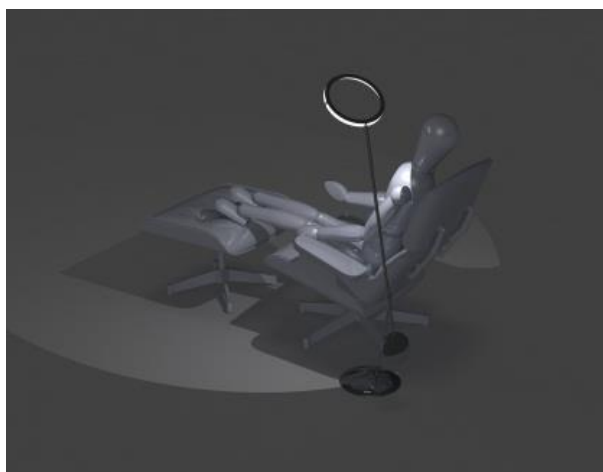


Ilustração 44 – Situação em zona de leitura



Ilustração 45 - Situação em zona de trabalho



Ilustração 46 - Simulação do ambiente em sala de estar



Ilustração 47 - Candeeiro Pé alto

Candeeiro de teto

Com o intuito de ser fixado ao teto este candeeiro pretende ser a principal fonte de luz do local de aplicação. Ficando assim com um importante papel, sendo um elemento de dimensões consideráveis e ocupando uma posição central no local fica também interligado às funções decorativa e de iluminação.

No entanto a sua versatilidade acaba neste momento, devido à sua localização a sua ajustabilidade seria inadequada, ficando assim resumido a um modo de iluminação, com uma abrangente área de dispersão de luz.

As suas principais características são:

- Grupo ótico - Ø400 mm
- Aplique de teto para resguardar transformadores
- Esfera espelhada para refletir a luz (opcional)



Ilustração 48 - Candeeiro de teto visto de baixo



Ilustração 49 – Simulação do candeeiro de teto em ambiente de sala

Candeeiro saliente de parede

O candeeiro de parede, apesar de, tal como o candeeiro de teto, perder um pouco a sua ajustabilidade foi pensado para uma dupla funcionalidade de origem. Este candeeiro apresenta os dois grupos óticos concebidos para o projeto, direcionados inversamente, o de Ø400 mm direcionado para o teto, dispersando a luz pela parede, abrangendo uma área superior, e o de Ø200 mm direcionado para o solo, reduzindo o seu feixe de luz para uma área menos abrangente.

As características que o distinguem são:

- Ambos os Grupos óticos Ø400mm e Ø200mm
- Aplicados inversamente, de forma a iluminar em ambos os sentidos

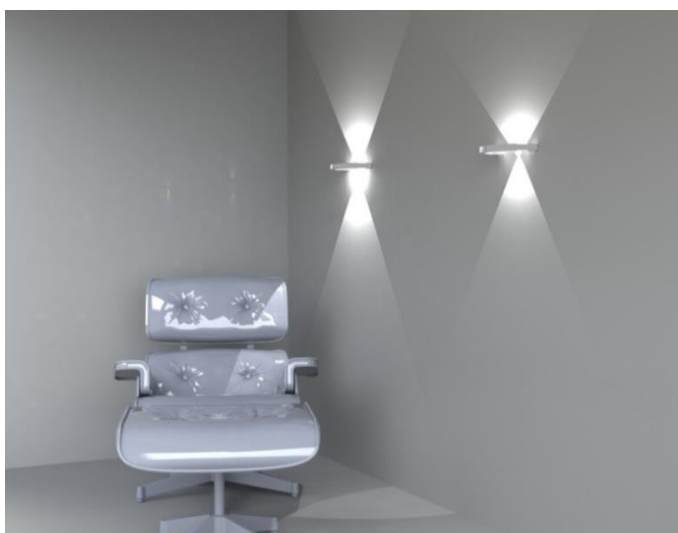


Ilustração 50 – Simulação do candeeiro na parede

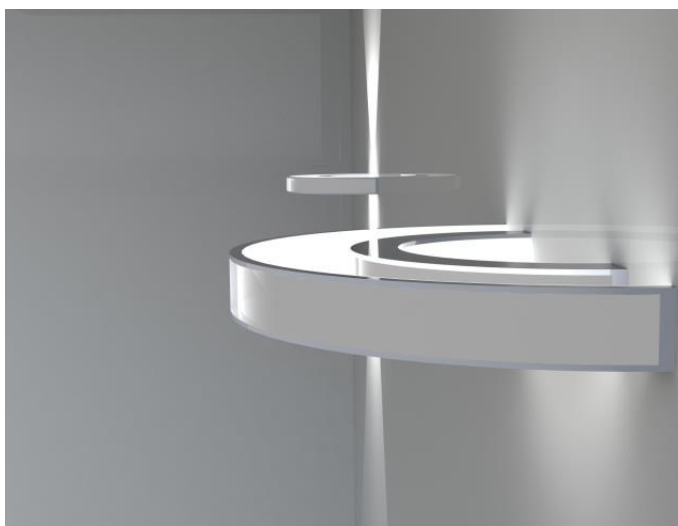


Ilustração 51 – Vista lateral do candeeiro

Detalhe e construção

Foquei-me então nos processos de fabrico para a família Gloria, e iniciei novamente o processo pelo grupo ótico.

O grupo ótico é constituído do por duas partes em alumínio injetado, com uma espessura de 2mm, sendo elas a estrutura topo e a estrutura base.

A peça interior é feita em acrílico, inicialmente será cortado um disco em corte laser, de uma chapa com 1,5mm de espessura, e seguidamente esse disco será termodeformado para obter a forma pretendida.

Os acrílicos laterais são obtidos por corte laser, de uma chapa com 3mm de espessura, e seguidamente são maquinados para que seja criado um degrau a toda a volta da peça.

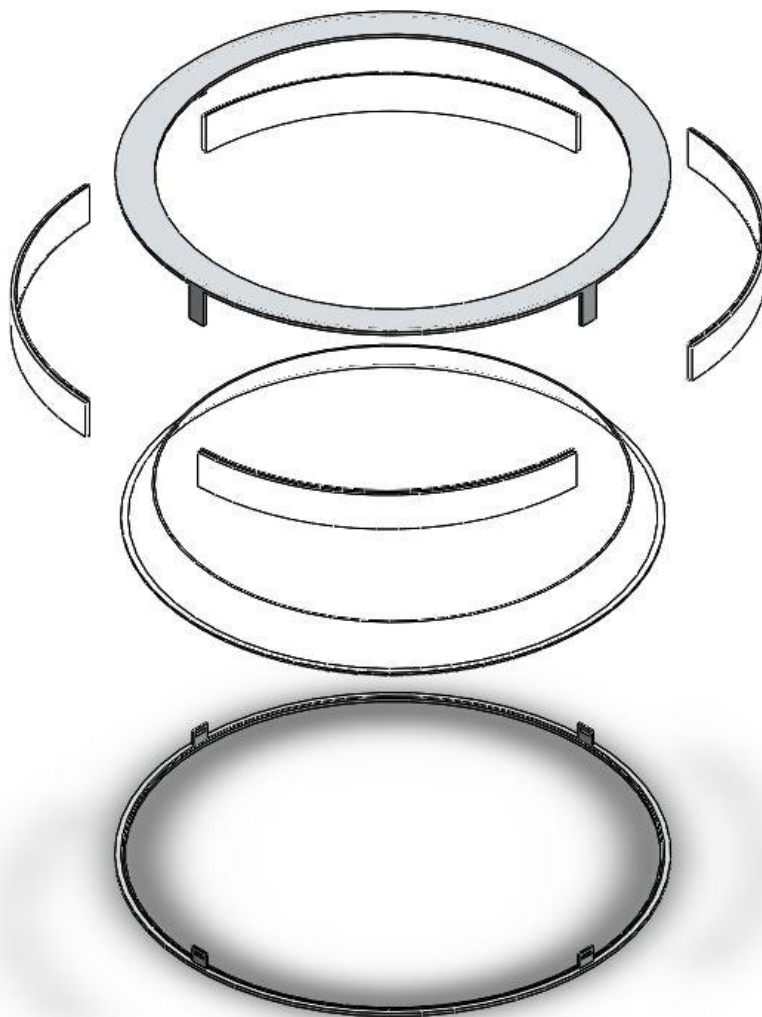


Ilustração 52 - Grupo ótico –.Vista explodida

Nas seguintes imagens dei cores aos diferentes componentes para ajudar à percepção das descrições, assim a estrutura topo está pintada a vermelho, a estrutura base está pintada em azul, o acrílico lateral está pintado a cinzento e o acrílico interior está pintado de branco.

Os Leds são fixados no topo (interior da estrutura a vermelho) com uma ligeira inclinação de forma a direccionar a luz para o interior do candeeiro. O acrílico lateral devido à sua espessura também brilhará dando uma sensação de luz indireta e de baixa intensidade.

O acrílico interior encaixa através de um dente de suporte, em baixo na peça a azul, fixa em cima devido à sua forma cónica, podem existir reforços internos como suporte estrutural para o acrílico.

O conjunto total fecha por encaixes, através de 4 dentes que vêm do topo e prendem em 4 rasgos que vêm da base.

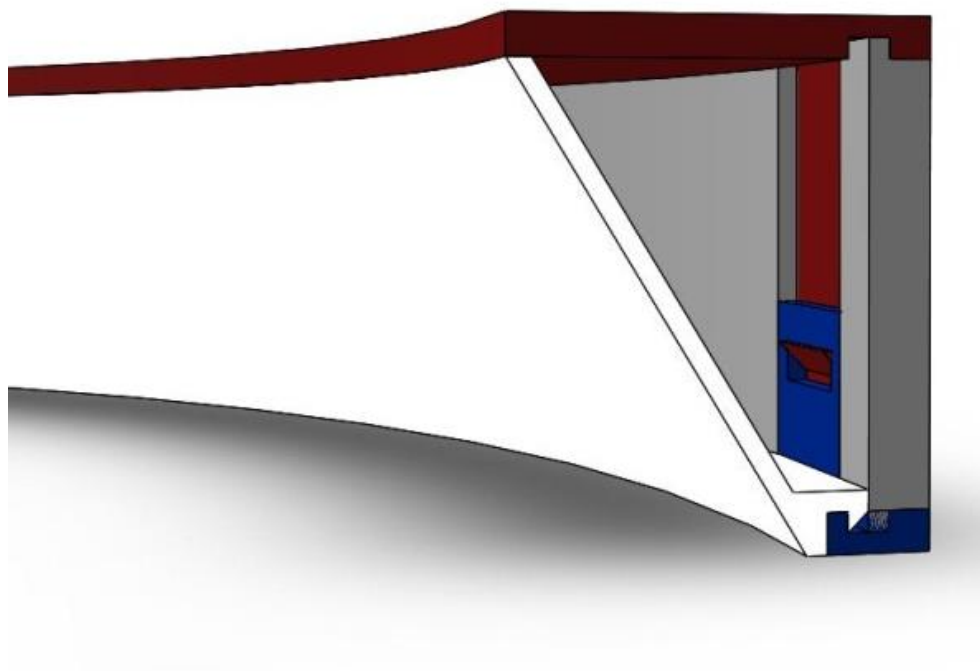


Ilustração 53 - vista em corte

Foram equacionadas alterações nas dimensões das peças, e decidiu-se passar a haver apenas 3 acrílicos laterais em vez dos 4 apresentados anteriormente.

Foram adicionados parafusos na estrutura topo para a possibilidade de aceder ao interior sempre que necessário.

Devido às prioridades da empresa, este projeto foi suspenso, e o estudo de detalhe e construção ficou incompleto.

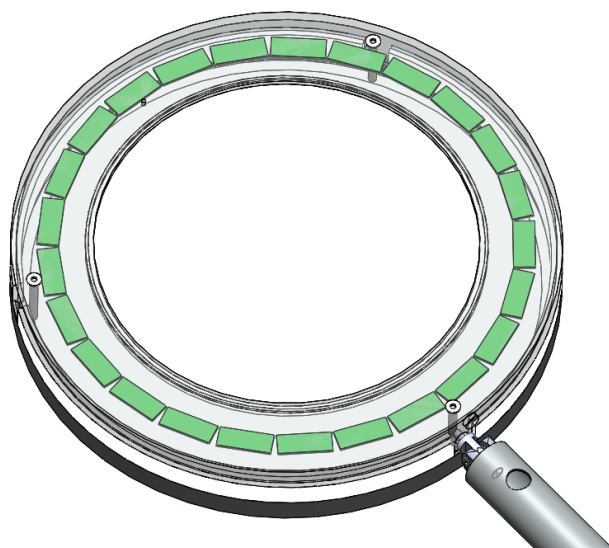


Ilustração 54 - Disposição dos LED no grupo ótico

Conclusão de projeto GLORIA

Este projeto não foi mais aprofundado e não chegou ao nível de detalhe pretendido. Não passando às seguintes fases de preparação para a produção.

Isto deve-se às mudanças que ocorreram na empresa e às suas prioridades.

Com o surgimento de novos problemas surgiu a necessidade de lhes dar resposta. Apesar de este projeto ter utilidade e fundamento no portfólio da empresa, este deixou de ser urgente face aos novos objetivos da empresa.

Ainda assim este projeto permitiu-me adquirir muitos conhecimentos, tanto a nível de construção, como de tecnologias utilizadas pela empresa. Foram adquiridos conhecimentos a nível da tecnologia LED, e outros componentes necessários para o funcionamento do produto. Apesar de não ter sido terminado, nos moldes em que estava previsto, a empresa ficou com todo o material referente a este produto e ao seu processo de criação. Assim a qualquer momento pode ser retomado este mesmo processo e prosseguir para a produção do mesmo.

Project brief

Design e desenvolvimento de um projetor com tecnologia LED, para aplicar em calha eletrificada, de baixo custo, com a finalidade de realçar objetos ou produtos em exposição.

Tem como mercado alvo espaços públicos, lojas, museus, hipermercados.

Uma vez que a finalidade do projetor é dar realce a objetos e produtos em exposição, e dado que estes possuem diferentes características é necessário haver uma modularidade interna de componentes do projetor.

Quanto aos LEDs, a modularidade neste componente é a que apresenta maior importância, pois a temperatura de cor é extremamente importante para o realce de determinados produtos, sendo assim, este componente deverá ter disponíveis soluções diferentes a nível de temperatura de cor:

LED – soluções:

- a. 3000k – branco quente
- b. 4000k – Branco neutro
- c. 5000k – Branco frio
- d. Gold – para iluminação de produtos de padaria.
- e. Fresh Meat – para iluminação de carnes frescas.

As opções d e e são opções especiais, apenas disponíveis para venda em quantidades mínimas.

Refletor – neste componente as modalidades a praticar dependem do foco que se pretende dar ao feixe de luz:

- a. Spot – com uma abertura de feixe entre 20° e 25°.
- b. Medium – com uma abertura de feixe entre 35° e 40°.
- c. Wide – com uma abertura de feixe superior a 50°.

Dissipador – este deverá ser modular como opção e apenas se existirem soluções de mercado, o desenho deverá permitir utilizar dissipador passivo ou ativo.

Para este projeto foi feita uma estimativa de cota de mercado, para referência em casos de orçamentação ou de seleção de componentes, processos e materiais.

Assim o valor indicado foi o de 6000 unidades por ano.

Seleção de componentes

Para a seleção de componentes e soluções contei com uma investigação e pesquisa orientada, e devido à sua larga experiência em desenvolvimento de soluções de iluminação, e o seu vasto conhecimento de soluções presentes no mercado, o Eng. José Mota foi um grande apoio e o responsável pela seleção final.

LED

O LED é o principal componente do produto, todos os componentes estão dependentes deste.

Para a seleção do LED foi analisado o catálogo da Tridonic, fornecedor habitual da empresa. Dentro do amplo catálogo, o LED escolhido foi o STARK SLE GEN3 CLASSIC, dado ser o produto da mais recente geração, com uma eficiência acima da anterior geração, para o fluxo luminoso pretendido.

O Led escolhido, STARK SLE GEN3 CLASSIC, possui as seguintes características:

- Fluxo luminoso entre os 1,300 e os 6,900 lm;
- Eficiência acima dos 134 lm/W por módulo LED;
- Eficiência acima dos 113 lm/W a uma temperatura de 65°C;
- Alta consistência de cor;
- BLO (Best LED Operation) possui um modo de otimização do LED;
- Fixa com parafusos M3;
- Necessita de dissipador;
- Sistema de operação flexível;
- 5 Anos de garantia.



Ilustração 55 - STARK SLE GEN3 CLASSIC

O modo de funcionamento escolhido para o LED foi o STARK-SLE-19-3000 foi o Operating mode BLO, sendo assim ele trabalhará com as seguintes especificidades:

- Fluxo luminoso a 25°C – 3350 lm
- Fluxo luminoso a 65°C – 3000 lm
- Consumo – 32,5W
- Eficiência luminosa a 25°C – 101 lm/W
- Eficiência luminosa a 65°C – 92 lm/W

Dissipador

Dissipador ativo

Como definido inicialmente no projeto não seria utilizado um dissipador com ventoinha para a dissipação ativa neste projeto, optando-se sim pela utilização de uma membrana.

A Nuventix apresentou recentemente no mercado uma solução que permite a ventilação sem ventoinha, feita através de uma membrana que oscila no eixo vertical, fazendo desta forma circular o ar por entre as alhetas, aumentando significativamente a eficiência do dissipador, como se mostra na figura abaixo apresentada.

Esta foi então a solução selecionada para o projeto.

Analisando o catálogo da Nuventix, foi selecionado um dissipador que respondia às necessidades do projetor, que seriam, ser leve, compacto e com elevada capacidade de dissipação.

O modelo escolhido foi o conjunto PAR30 LED Cooler 40W que é constituído por duas partes Module LED Cooler 40W e o ventilador Synjet Zflow 65, apresentado na ilustração 56. Apresenta um diâmetro de 95mm e uma altura de 46,2mm.



Ilustração 56 - Module LED Cooler 40W com o ventilador Synjet Zflow 65

Dissipador passivo

O dissipador passivo não necessita de ventilador, pois possui uma área de dissipação elevada. Com a elevada área de dissipação de calor vem também uma grande volumetria, fazendo com que o produto obtenha assim uma dimensão significativamente maior.

O dissipador selecionado para esta função foi desenhado para projetores e downlights que emitem entre 1200lm e 4500lm, tem um diâmetro de 99mm e uma altura de 80mm.



Ilustração 57 - Dissipador Mechatronix - ModuLED 9980

Refletor

A análise foi feita por séries de refletores, e não por um refletor individual, foram analisados diversos fatores:

- Curvas fotométricas.
- Diâmetro exterior
- Altura do refletor
- Compatibilidade com o LED escolhido

Foram-me indicados os maiores fabricantes de refletores, analisadas as suas ofertas e o refletor foi escolhido tendo em conta a sua modularidade.

Junto com o refletor foi necessário adquirir um adaptador (ilustração 58), que fixa nos mesmos parafusos que fixam o LED, e este adaptador permite fixar facilmente o refletor.

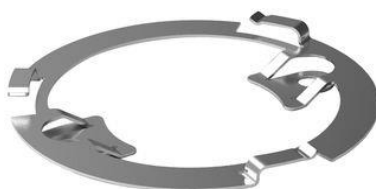


Ilustração 58 - Z50 Optic Clip

A família de refletores escolhida foi a ANGELINA da marca Ledil. Esta apresenta três refletores com as mesmas dimensões para curvas diferentes. Este é um refletor de tamanho reduzido, 82mm de diâmetro por 31mm de altura, ideal para esta aplicação e para os componentes já selecionados.

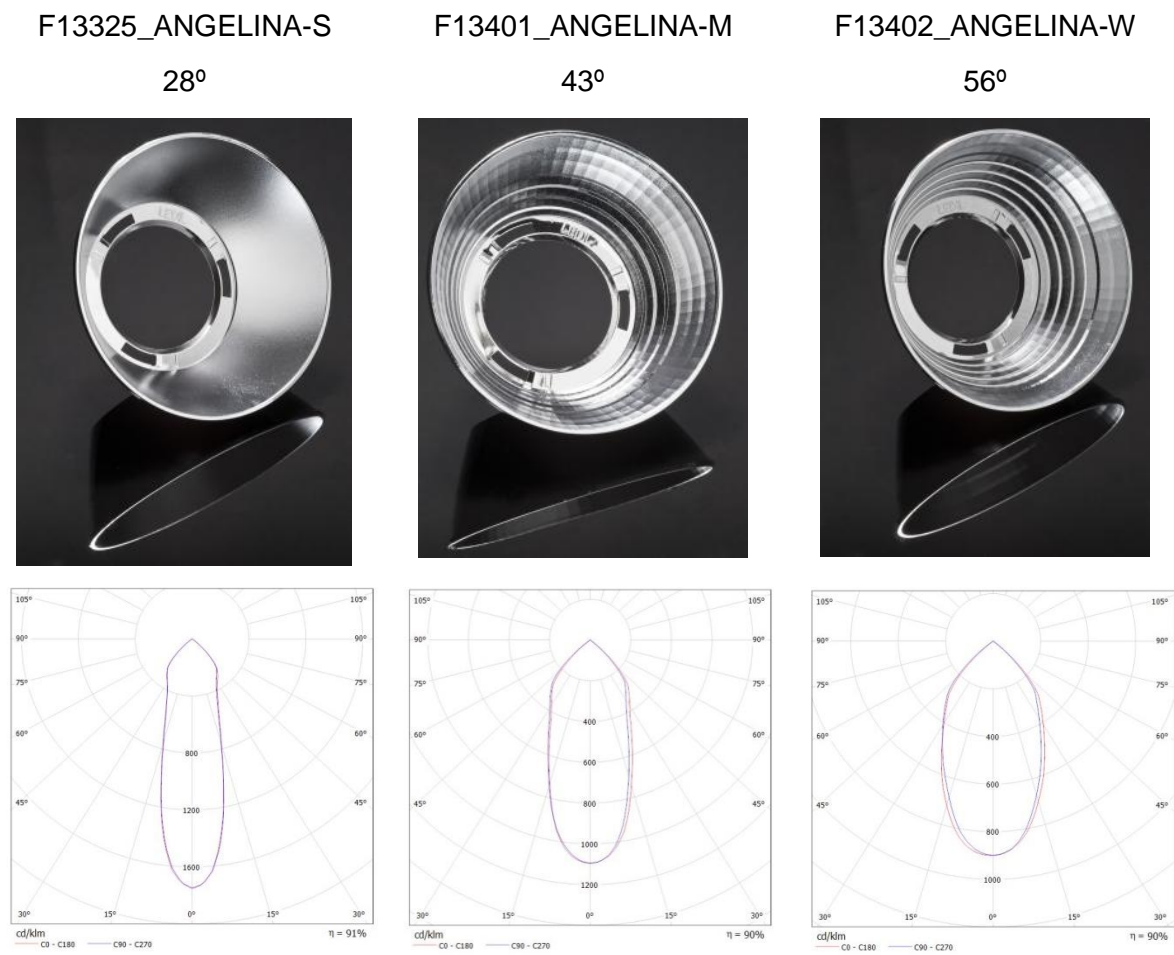


Tabela 4 – Família de refletores ANGELINA

A família apresenta duas vantagens, utiliza um encaixe tipo baioneta, e apresenta a mesma dimensão para os diferentes ângulos de foco pretendidos, o que permite uma modularidade e versatilidade ao produto.

Fonte de alimentação

A fonte de alimentação eleita, foi a LCI 35W 350mA–900mA TOP C, da Tridonic, segundo a ficha técnica do LED esta é a fonte ideal para o LED escolhido.

A fonte apresenta as seguintes características:

- Equipamento de controlo LED de corrente constante
- Saída LED com dispositivos de comando
- Tempo de vida útil de 100.000 horas
- Corrente de saída ajustável entre 350-900 mA
- Potência Max. de saída de 35W
- 5 Anos de garantia
- Tensão de saída 38.0V



Ilustração 59 - LCI 35W 350mA-900mA TOP C

Controlador do ventilador

Como foi referido anteriormente este componente é necessário quando a fonte de alimentação não controla as funções do ventilador. Neste caso foi então selecionado este controlador (ilustração 60), da Tridonic, as suas principais características dizem respeito à sua adequação ao LED e fonte de alimentação já selecionados, e também das necessidades técnicas do dissipador ativo.



Ilustração 60 - LCF 12V FAN DRIVER

Suporte para calha eletrificada

Foi necessário selecionar um suporte para a calha eletrificada, para integrar no projetor, este faz a ligação entre o projetor e a calha eletrificada, permitindo que seja feita a ligação à corrente elétrica presente na calha eletrificada, permitindo também a fixação do projetor na calha.

A seleção do suporte foi realizada pelo Eng. José Mota.

O suporte selecionado foi o XTSA-68 da marca Global, este suporte permite selecionar a fase em que queremos ligar o projetor. Apresenta uma qualidade de construção e de materiais muito acima da média dos concorrentes.

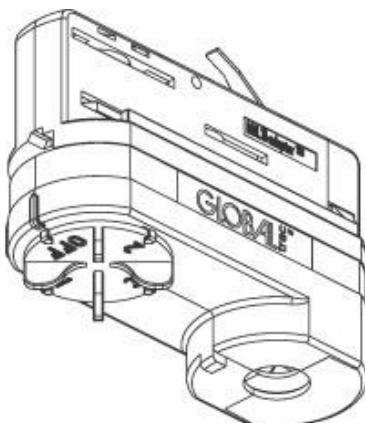


Ilustração 61 - XTSA-68

Conceito caixa metálica

Após a seleção dos componentes principais do aparelho, prossegui com a criação de conceitos para a luminária em si, ou seja a união de todos os componentes internos, e a criação do invólucro exterior da luminária.

Análise de componentes

Para a criação do primeiro conceito foram adquiridos todos os ficheiros CAD, de todos os componentes necessários, conseguindo assim ter uma ideia da volumetria geral do produto.

O fornecedor do Controlador do ventilador não apresentou um CAD disponível, por isso, foi criado um paralelepípedo com a volumetria máxima que o controlador pode tomar.

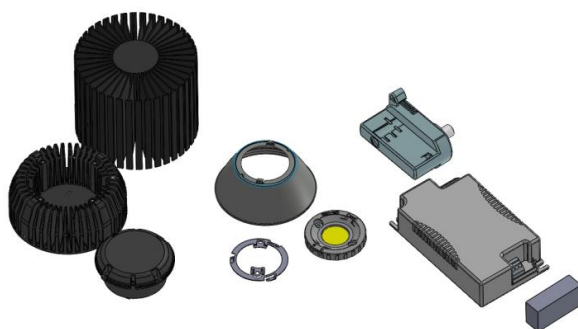


Ilustração 62 – Imagem de todos os componentes selecionados

Com os componentes em 3D foram feitos modelos do grupo ótico da luminária, onde foram estudados os encaixes dos diversos componentes e a volumetria final dos dois modelos, o de dissipação ativa e o de dissipação passiva. Na ilustração 63 é possível ver a diferença volumétrica dos dois dissipadores selecionados.



Ilustração 63 – Diferença entre dissipadores

Analisando os componentes que formam o grupo ótico, definiu-se o seu plano de montagem, são necessários dois parafusos M3 que são passantes no adaptador do refletor e no suporte do LED e roscam no dissipador, fixando assim o LED e o adaptador do refletor. Neste adaptador encaixa posteriormente o refletor, por encaixe tipo baioneta.



Ilustração 64 - Grupo ótico vista explodida

A fonte de alimentação fixa também com dois parafusos M3. Como demonstrado na ilustração 66.

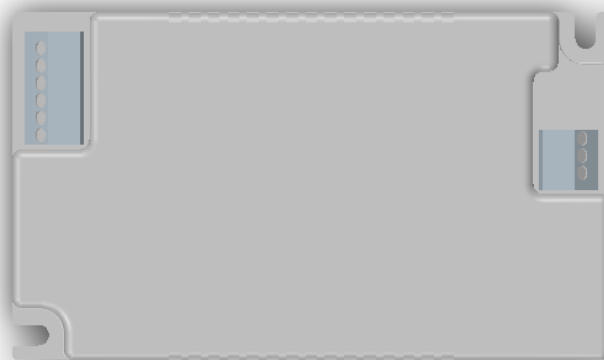


Ilustração 65 – Fonte de alimentação vista de cima



Ilustração 66 – Fonte de alimentação com parafusos vista lateral

O corpo que receberá o suporte para calha eletrificada terá de possuir um furo passante com diâmetro 10,5mm. O suporte para calha eletrificada fixa na tampa exterior do aparelho, representada na imagem abaixo em azul, através de uma porca M10 e de uma anilha recartilhada M10. O retângulo azul é meramente representativo, exemplificando onde se encontra a superfície de atravancamento.

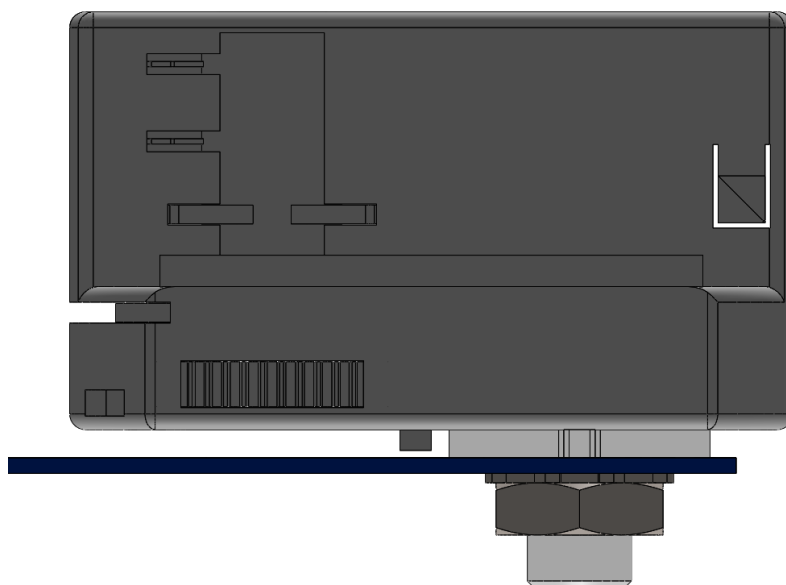


Ilustração 67 – Suporte para calha eletrificada - fixação

Caixa metálica

Após analisar os componentes foi criado um rápido conceito de como teria de ser o involucro do produto, de forma a entender a arquitetura do mesmo. Como é possível ver na imagem abaixo, deverá existir uma caixa, que terá dentro a fonte de alimentação e o controlador da ventilação, representados pelas cores verde e azul, respetivamente. O suporte para calha eletrificada, representado em rosa, deve ficar na parte de cima (no exterior) da caixa

Existe um braço que permite regular o grupo ótico direccionando a luz para o local pretendido, o grupo ótico possui o dissipador e o ventilador representados respetivamente por cor de laranja e castanho, o LED está representado em roxo e o refletor em amarelo.

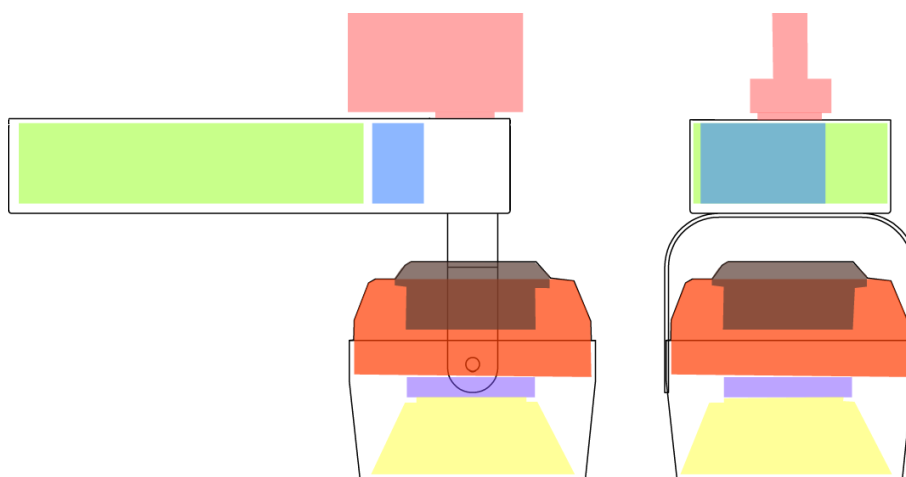


Ilustração 68 - Arquitetura conceito ativo

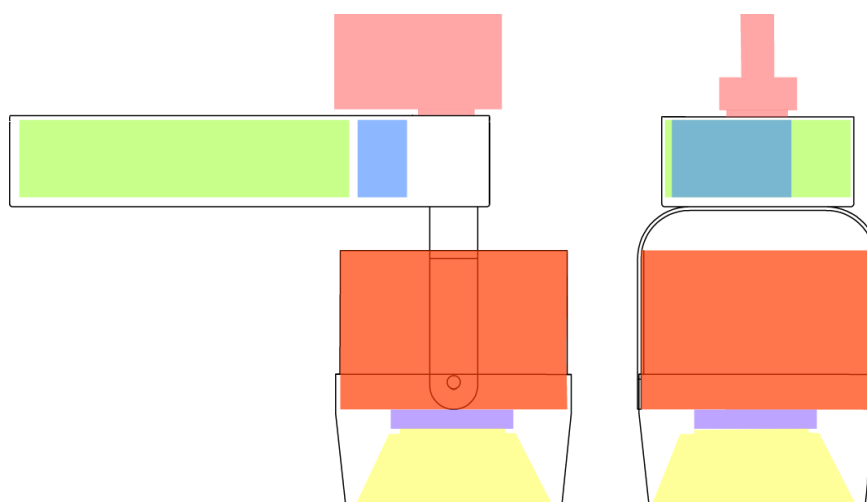


Ilustração 69 – Arquitetura do conceito passivo

A caixa metálica para albergar os componentes e dar acabamento ao equipamento, foi idealizada para ser construída em chapa de aço, cortada a laser, posteriormente quinada e pintada à cor desejada.

A caixa deverá resguardar a fonte de alimentação e o controlador da ventilação, deverá suportar o peso do grupo ótico e fixar à calha eletrificada. Dividi a caixa em duas partes, o corpo e a tampa.

A tampa foi planeada para ser apenas cortada e pintada, nela será assemblada a fonte de alimentação, o controlador da fonte e o suporte para a calha eletrificada. A fixação entre a tampa e a caixa é feita por parafusos auto roscantes M3. A tampa possui 4 furos passantes, onde passam os parafusos, apertando em furos localizados na outra parte, o corpo, fechando assim a caixa.

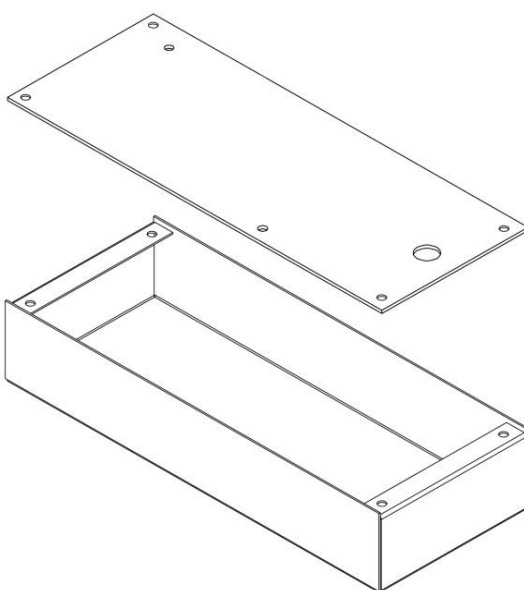


Ilustração 70 - Conceito de caixa metálica

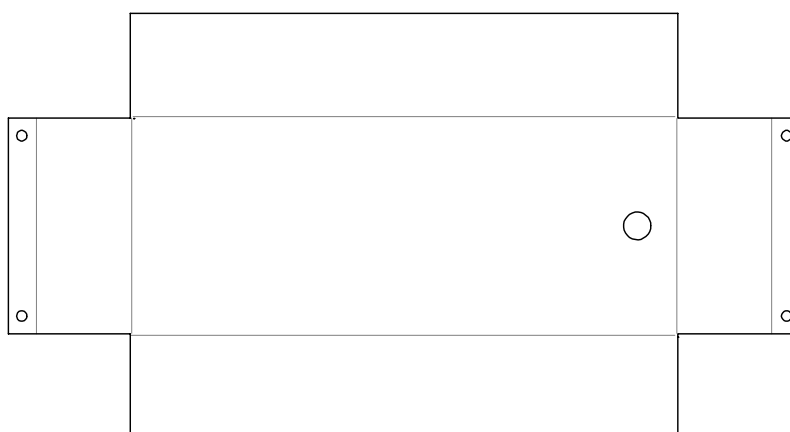


Ilustração 71 - Corpo planificado

Durante a elaboração do conceito foram identificados alguns problemas que poderiam surgir aquando do fabrico, assemblagem e utilização do produto. Os problemas foram identificados e corrigidos. Apresento em baixo os problemas identificados:

1. Os quatro furos circulares passantes da tampa foram substituídos por furos ovais, permitindo assim uma tolerância maior no momento do aperto dos parafusos.

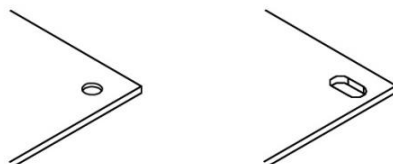


Ilustração 72 – Problema identificado nº 1

2. Foram adicionadas patilhas na tampa e no corpo, de forma a limitar a rotação dos componentes que se encontram sobre os eixos principais. As patilhas são cortadas no laser e são dobradas com o auxílio de uma chave de fendas.



Ilustração 73 - Problema identificado nº 2

3. Como se pode ver na imagem em baixo, existe uma zona no corpo da caixa onde se cruzam as linhas de quinagem, foi retirado um pouco de material para facilitar a quinagem, caso contrário existiria uma zona de concentração de tensões no material.



Ilustração 74 - problema identificado nº 3

4. Foi detetado que durante a montagem poderia montar-se a tampa no sentido inverso, ficando assim o produto não conforme, de forma a evitar esse erro, a localização do suporte para calha eletrificada foi deslocada mais para a lateral e recortado um círculo do material, para que a tampa só encaixe num sentido, o correto.

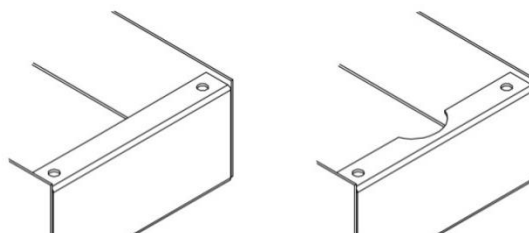


Ilustração 75 – Problema identificado nº 4

Apos as alterações acima descritas a caixa ficou com o seguinte aspeto.



Ilustração 76 – Corpo planificado alterado

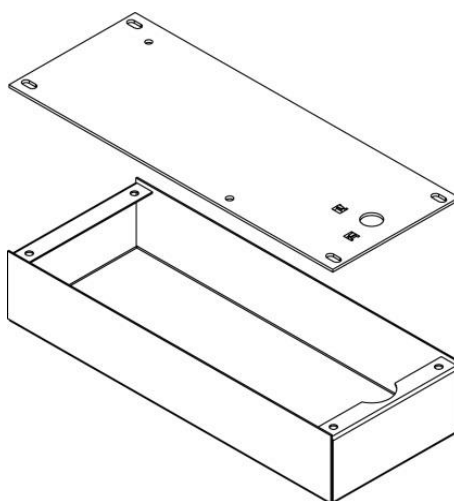


Ilustração 77 – Conjunto caixa metálica alterado

Grupo ótico

O grupo ótico está protegido por um copo de remate (ilustração 78) em alumínio repuxado, este copo é feito a partir de um disco de alumínio cortado a laser, posteriormente repuxado e depois pintado à cor pretendida. Possui uns furos ovais laterais. Estes furos permitem regular a altura do dissipador dentro do copo, permitindo assim receber componentes extra, como um vidro, para aplicações mais específicas, aumentando o IP da luminária.

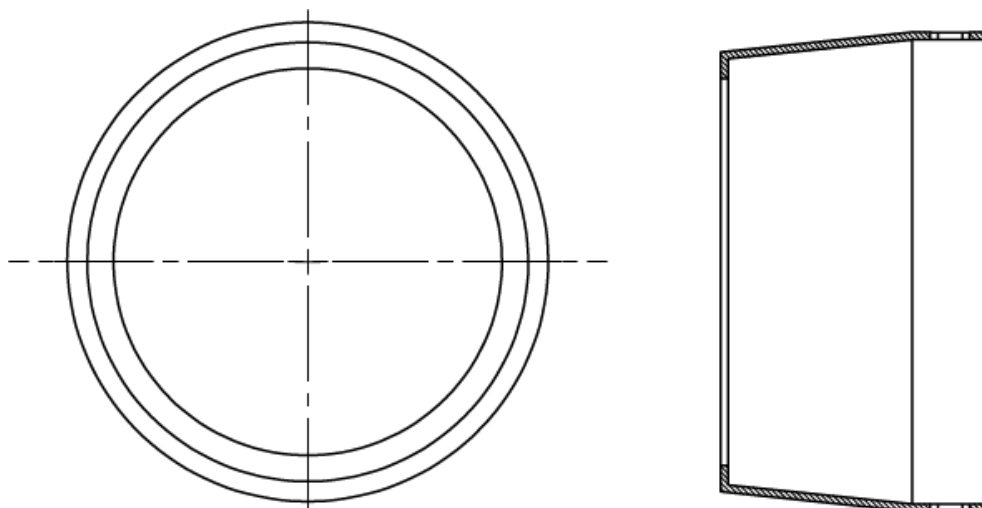


Ilustração 78 - Copo de remate

O braço de suporte, mostrado na ilustração 79, fixa no corpo através de um tubo roscado a M10, recebe uma porca e uma anilha recartilhada de cada lado, no meio recebe uma anilha de mola, para dar aperto e para dar altura em relação à parede inferior da caixa.

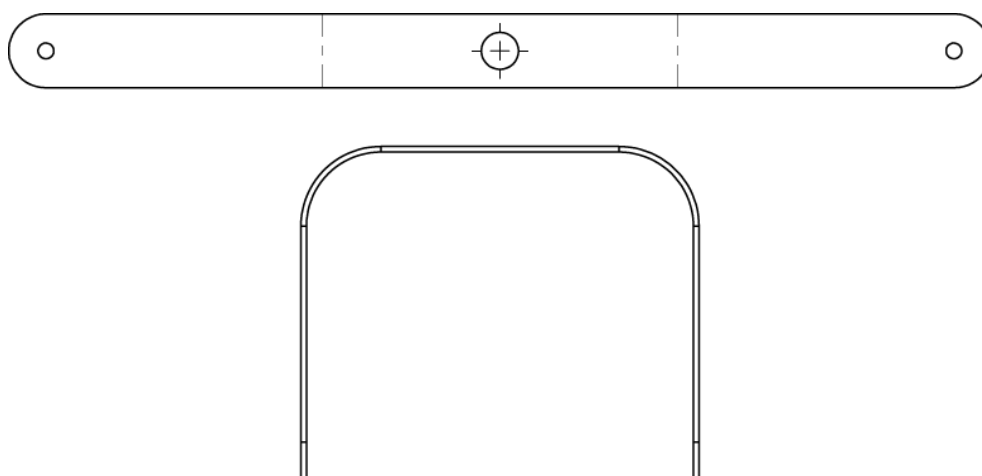


Ilustração 79 - Braço de suporte

Todas as peças descritas foram modeladas em 3D.

Foi realizada a montagem em SolidWorks com todos os componentes na caixa e o resultado final apresentado é o seguinte.

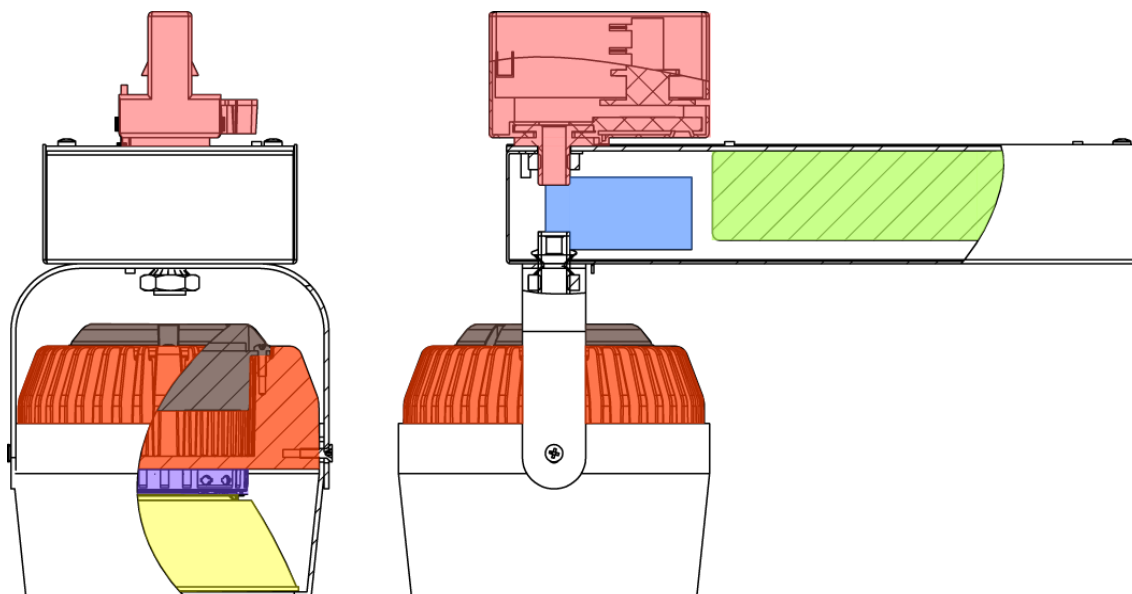


Ilustração 80 – Componentes na caixa metálica

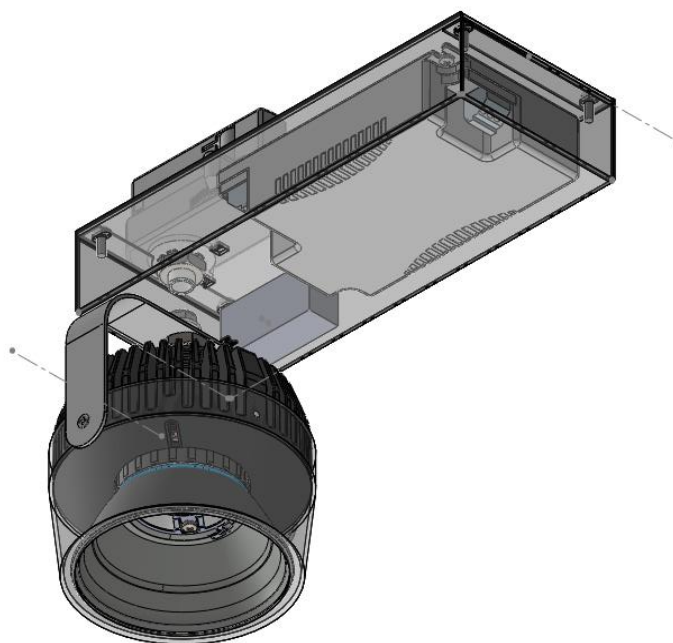


Ilustração 81 - Modelação UNNO caixa metálica

Grupo ótico - ativo

Abaixo encontram-se algumas imagens foto-realistas do projetor com o grupo ótico ativo.

As imagens foram produzidas no software, Photoview, que está integrado no SolidWorks.



Ilustração 82 - UNNO ativo fotorrealismo 1

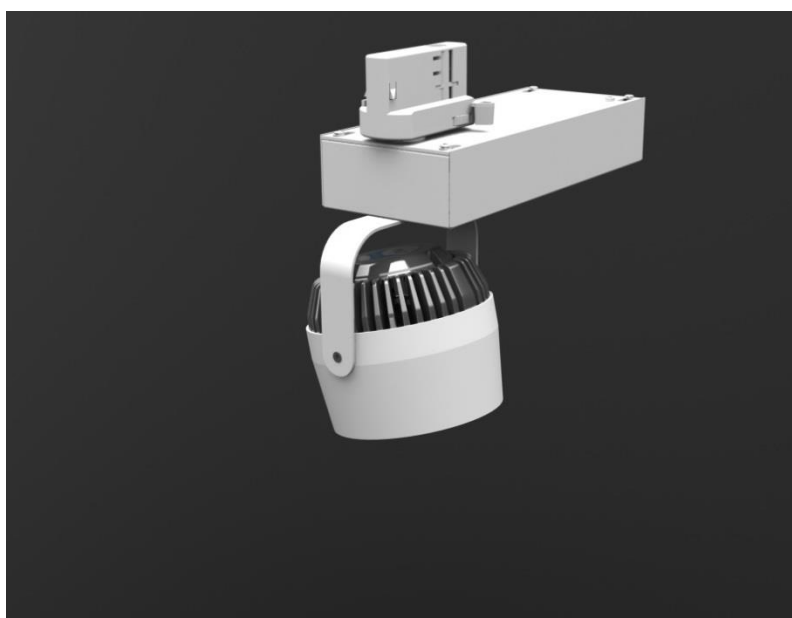


Ilustração 83 - UNNO ativo fotorrealismo 2

Grupo ótico – passivo

Abaixo encontram-se algumas imagens foto-realistas do projetor com o grupo ótico passivo



Ilustração 84 - UNNO passivo fotorrealismo 1



Ilustração 85 - UNNO passivo fotorrealismo 2

Devido à diferença no diâmetro do dissipador passivo, o braço de rotação e o copo de remate têm de ser diferentes, nos dois modelos projetados.

Na ilustração 86 é possível ver essas diferenças, apenas os elementos coloridos são diferentes.

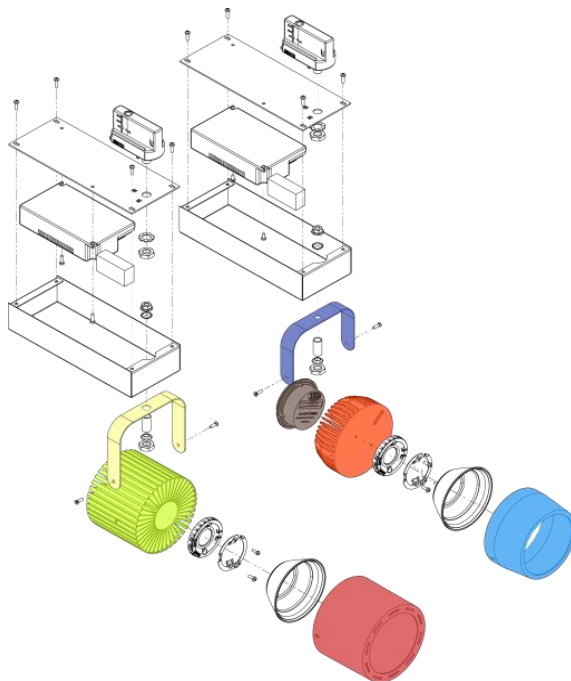


Ilustração 86 - Vista explodida comparação ativo/passivo

O projetor UNNO passivo é mais largo e mais comprido do que o ativo. São ainda visíveis (ilustração 87) no copo de remate a usar com o dissipador passivo, os rasgos que permitem a passagem de ar, facilitando a convecção e circulação do ar.

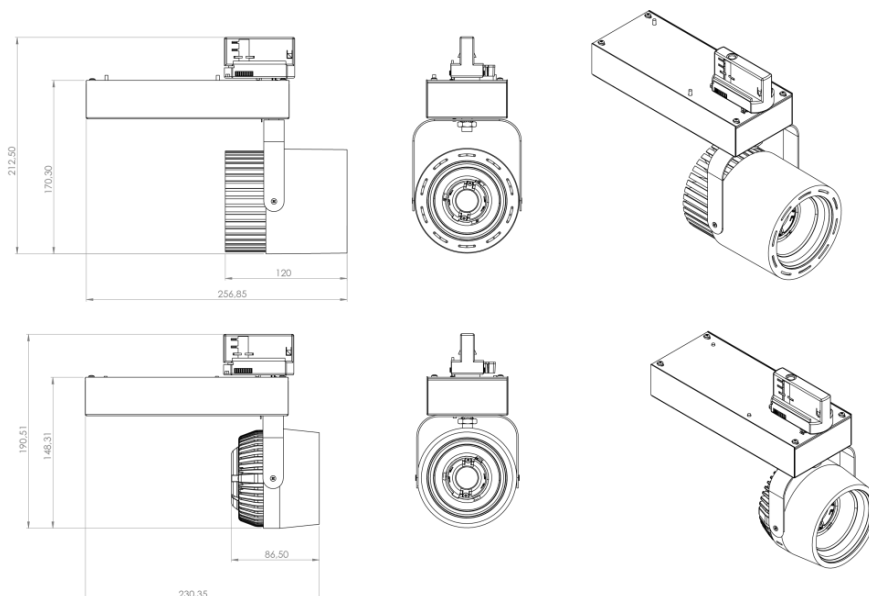


Ilustração 87 - Vistas dos dois produtos

Detalhe e construção

Maquinação do dissipador

O dissipador da Nuventix é fornecido sem furação, deverá ser maquinado de forma a receber os parafusos que fixam o dissipador ao braço de suporte, deverão ainda ser maquinados os furos para acoplar o LED.

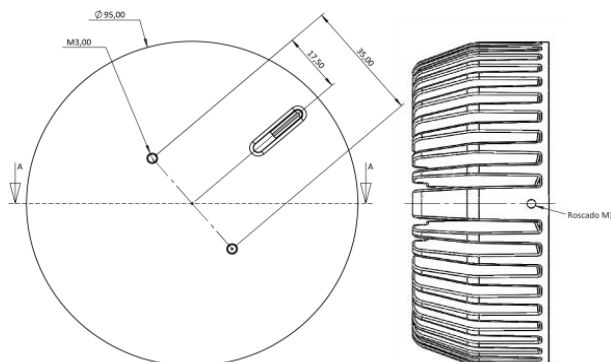


Ilustração 88 - Maquinação ventilador

Diagrama elétrico

Segundo o fabricante da fonte de alimentação, o diagrama elétrico deverá ser conforme apresentado na ilustração 89.

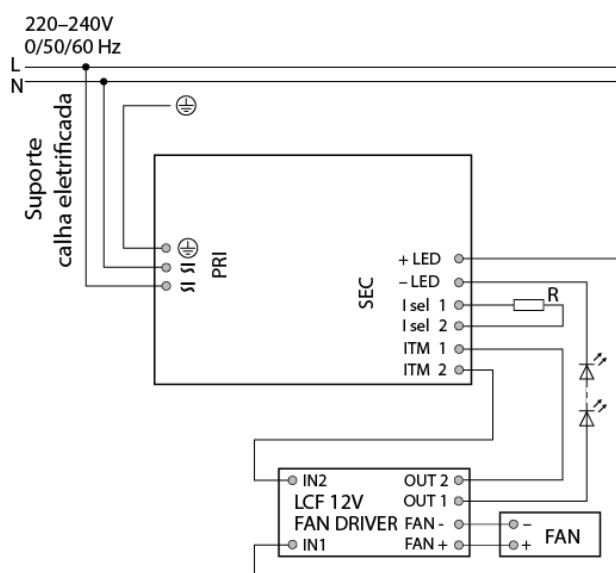


Ilustração 89 - Diagrama elétrico UNNO

Cablagens

Para realizar as ligações elétricas são necessários diferentes cabos elétricos, de espessura diferente e de cores diferentes:

- Fio 0,5 Vermelho
- Fio 0,5 Preto
- Fio 1,5 Azul
- Fio 1,5 Preto
- Fio 1,5 Verde/ Amarelo

Os cabos de 1,5mm são utilizados para fazer a ligação entre o suporte da calha global e o transformador, os cabos 0,5mm são utilizados no interior do produto para realizar as ligações ao LED.

Cablagem de mercado

A seguinte cablagem é recomendada pela Nuventix para utilizar com o ventilador, é a WALLS-C4150-001 (ilustração 90), a cablagem possui uma ficha que permite o encaixe rápido no ventilador. As pontas opostas da cablagem farão a ligação ao controlador de ventilação.



Ilustração 90 - WALLS-C4150-001

Para a construção de um projetor UNNO, excluindo os componentes principais já apresentados, são necessários os componentes secundários referidos na lista abaixo.

- 6 Parafusos M3 auto roscantes;
- 2 Parafusos M3 cabeça cônica;
- 3 Parafusos M3 cabeça de queijo;
- 4 Parafusos M2,5 cabeça de queijo (UNNO ativo)
- 3 Porcas M10
- 3 Anilhas recartilhadas

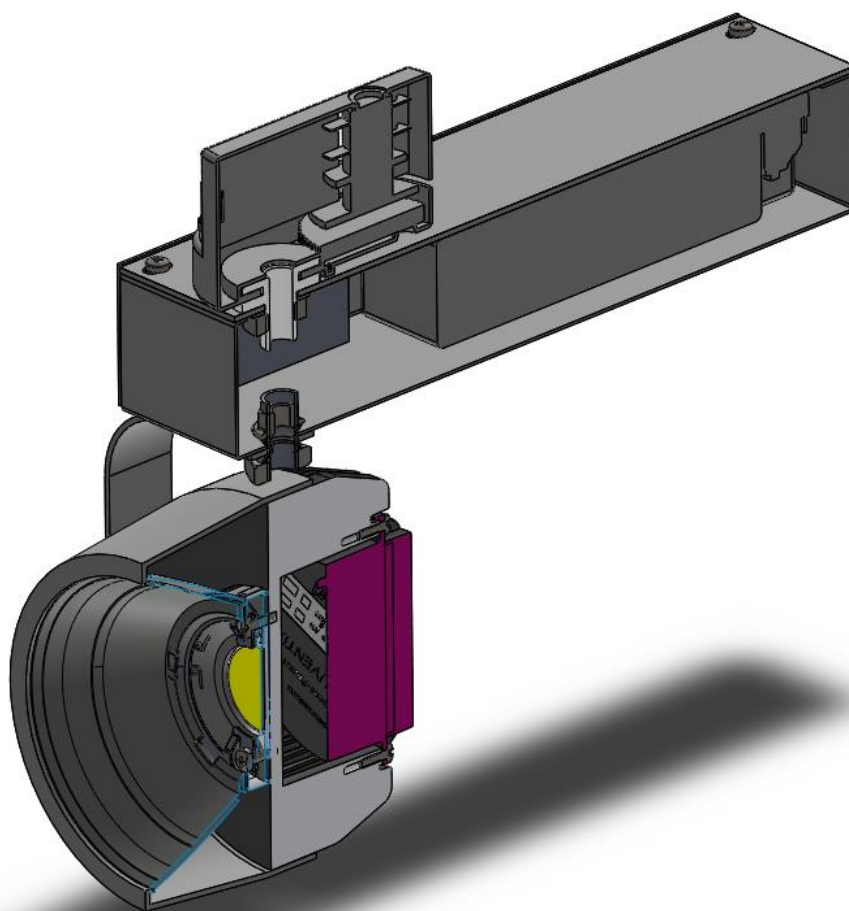


Ilustração 91 - Perspetiva em corte

Montagem

A montagem está dividida em 3 partes diferentes, pode-se visualizar na imagem abaixo apresentada:

- Montagem dos componentes na tampa, representado pela cor vermelha.
- Montagem do grupo ótico, representado pela cor verde.
- Montagem do conjunto, representado pela cor azul.

Na tampa é assentado em primeiro lugar o suporte de calha eletrificada, introduzindo-se uma anilha recartilhada e apertando a porca M10 no suporte. Em segundo lugar aperta-se a fonte de alimentação à tampa com parafuso auto roscantes M3, e realizam-se aí as ligações elétricas, entre a fonte e o suporte.

Para o grupo ótico começa-se por encaixar o adaptador do refletor ao LED, e posteriormente aperta-se o LED ao dissipador. O refletor encaixa no adaptador através de um encaixe tipo baioneta. O braço de suporte é apertado à caixa principal através de duas porcas M10 e de duas anilhas recartilhadas, que se localizam em cada extremidade do tubo roscado M10.

No final o cabo de alimentação do LED passa pelo interior do tubo roscado e liga na fonte de alimentação, o copo de remate é apertado ao braço de suporte através de parafusos M5, e por fim a caixa é fechada com parafusos M3 auto roscantes.

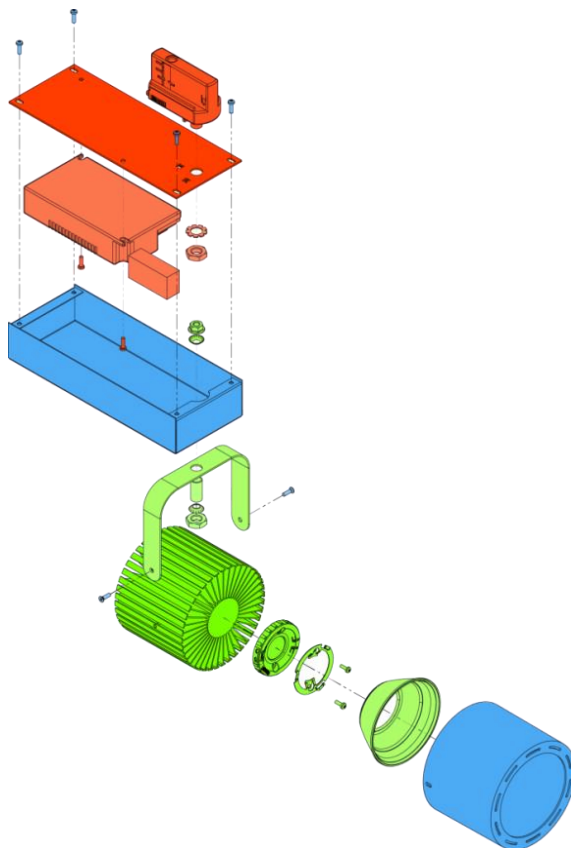


Ilustração 92 - Ordem de montagem

Orçamentação e amostras

Orçamentação produção

O orçamento faz parte de um plano financeiro que prevê as despesas futuras com a produção do equipamento.

Para realizar a orçamentação dividiu-se o produto em dois segmentos, componentes subcontratados, e componentes de mercado. Para este primeiro estudo foi excluído o preço dos parafusos e porcas.

A pedido do Eng. José Mota, o orçamento foi feito para 3500 unidades, pois a previsão de vendas apontava para este valor no primeiro semestre, e 2500 unidades no segundo semestre.

As peças subcontratadas estão pintadas de vermelho e as peças de mercado estão pintadas de azul, como se pode ver na imagem abaixo apresentada.

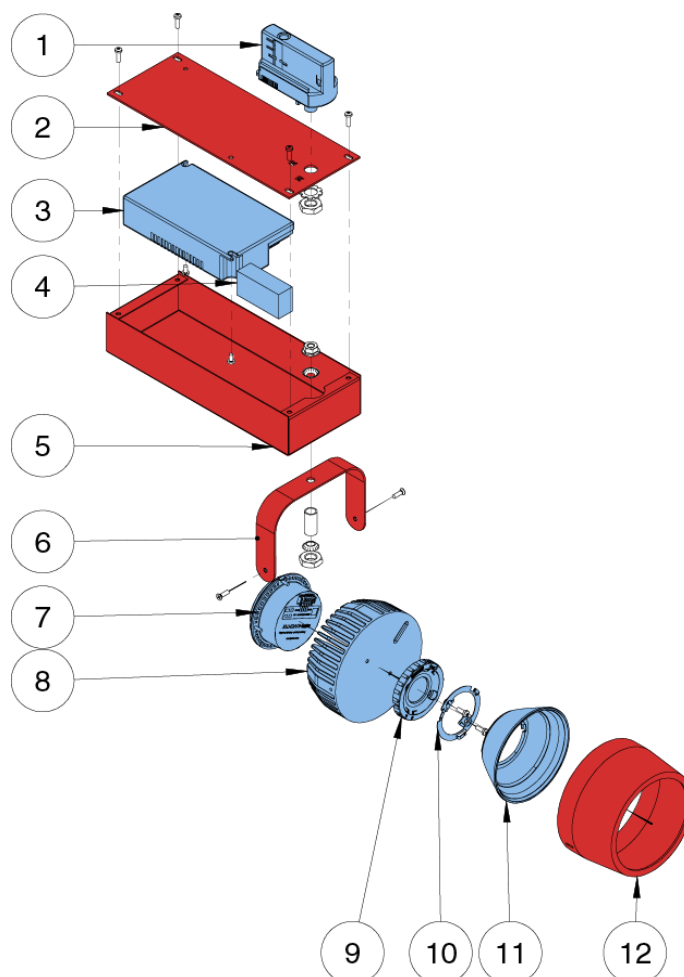


Ilustração 93 - Esquema para orçamentação

Componentes subcontratados

Todas as peças subcontratadas têm como processo primário o corte-laser, posteriormente serão quinadas ou repuxadas e por fim serão todas pintadas.


Foram contactadas três empresas que realizam serviços de corte-laser e quinagem.

Foi pedido orçamento para 2 e 3500 unidades de cada peça, enviados os respetivos desenhos técnicos e DXF. Todas as peças foram pedidas em aço ST12 com exceção do disco para repuxar, que foi pedido em alumínio.

As 2 unidades pedidas em separado foram utilizadas como amostras e seriam utilizadas posteriormente nos protótipos. As empresas contactadas foram:

- NCP
- Santos manufaturas
- Roqlaser

Das três empresas contactadas a que apresentou o melhor preço para o fabrico foi a Roqlaser.


roqlaser

Novos Números
Telef.: 252 980 140
Fax: 252 980 141

PARA: João pedro sá costa	DE: ROQLASER	1.01
A/C:	C/C: Carlos Marques	DATA: 2013-12-27
FAX:	FAX: 252 980 141	Página: 1

Orçamento

Nº Linha	Quant.	Cod.Artigo	Descrição	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)
1	3.500 UN	PV0000000094013	Copo repuxado planificado	0,8306	2.907,12
2	3.500 UN	PV0000000094014	Copo repuxado planificado com furo	0,8746	3.061,12
			Matéria-Prima (Alumínio 5754 H111 1mm) + Corte Laser		
3	3.500 UN	PV0000000094015	Tampa	0,6041	2.114,47
4	3.500 UN	PV0000000094016	Braço de rotação	0,3948	1.381,71
5	3.500 UN	PV0000000094017	caixa	2,3765	8.317,87
			Matéria-Prima (Stw22 1,5mm) + Corte Laser + Quinagem		
6	2 UN	PV0000000094013	Copo repuxado planificado	2,5300	5,06
7	2 UN	PV0000000094014	Copo repuxado planificado com furo	2,5750	5,15
			Matéria-Prima (Alumínio 5754 H111 1mm) + Corte Laser		
8	2 UN	PV0000000094015	Tampa	2,4100	4,82
9	2 UN	PV0000000094016	Braço de rotação	4,0800	8,16
10	2 UN	PV0000000094017	caixa	5,6800	11,36

POR FAVOR ENVIAR ESTE FAX ASSINADO E CARIMBADO

Condições Gerais:

- Prazo de Entrega: A COMBINAR com o dep. de encomendas.
- Condições de Pagamento: **Pronto Pagamento**
- O(s) preço(s) não incluem IVA
- Validade do orçamento (dias): 5
- Transporte: V/carro

NOTA: - Em caso de alterações de peças ou quantidades os preços terão que ser revistos.

- Caso os desenhos enviados não tenham tolerâncias, serão aplicadas as tolerâncias internas

- Este documento após assinado ou carimbado serve de requisição

- Caso o material seja o vazio, o prazo de entrega deste só é válido após ser colocado cá

- O âmbito do sistema de Gestão de Qualidade inclui as seguintes actividades da empresa:
"Prestação de Serviços de Corte e Quinagem de Chapas e Perfis metálicos"

APROVAÇÃO DO CLIENTE:

Carimbar ou assinar e envio de requisição

Sem outro assunto de momento, subscrevemo-nos com respeitosos cumprimentos.

Carlos Marques

S. ROQUE – MÁQUINAS E TECNOLOGIA LASER, SA

Rua das Ribes, nº 400 - Oliveira S.Mateus - Apartado 34 - 4765-909 RIBA DE AVE

Ilustração 94 - Orçamento Roqlaser

Posteriormente foi contactada uma empresa que realiza serviços de repuxagem, e foi pedido orçamento para realizar o serviço de repuxagem nos discos de alumínio, para se tornarem copos de remate, e preço para o molde.

Em resposta esta empresa disse que apenas poderia dar um valor ao serviço após realizar algumas amostras, porém o molde teria um custo aproximado de 80€.

Ficando o orçamento inicial apenas com o preço do corte-laser. E o valor do molde para a repuxagem.

Componentes de mercado

Para obter um orçamento para os componentes de mercado, foram contactados os representantes das marcas em Portugal, foi pedido um orçamento para 3500 unidades e amostras para a construção dos protótipos. Apresento na tabela em baixo os representantes contactados

Número	Nome	Referência	Fabricante	Representante
1	Suporte para calha eletrificada	XTSA-68	Nordic aluminium	Future
3	Fonte de alimentação	LCI 35W 350mA-900mA TOP C	Tridonic	Tridonic
4	Controlador do ventilador	LCF 12V FAN DRIVER	Tridonic	tridonic
7	Ventilador nuventix	Synjet Zflow 65	Nuventix	EBV
8	Dissipador nuventix	Module LED Cooler 40W	Nuventix	EBV
9	LED	STARK SLE GEN 3 CLASSIC	Tridonic	Tridonic
10	Adaptador refletor	Z50 Optic Clip	TE	EBV
11	Refletor	F13325_ANGELINA-S	Ledil	EBV
13	Dissipador Mechatronix	ModuLED 9980	Mechatronix	Future

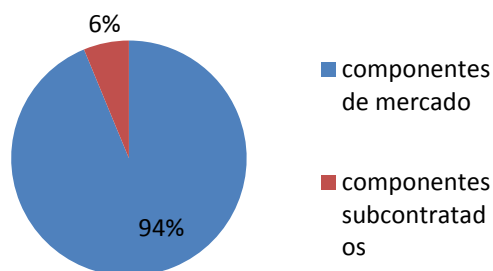
Tabela 5 – Componentes de mercado e representantes

Toda a informação foi compilada numa tabela que será apresentada em baixo (tabela 6). Os valores da coluna “preço total” são referentes a 3500 unidades.

Número	Nome	Referência	Preço unitário	Preço total
1	Suporte para calha eletrificada	XTSA-68	4,36 €	15 242,50 €
2	Tampa caixa metálica	-	0,60 €	2 100,00 €
3	Fonte de alimentação	LCI 35W 350mA-900mA TOP C	13,00 €	45 500,00 €
4	Controlador do ventilador	LCF 12V FAN DRIVER	3,12 €	10 920,00 €
5	Corpo Caixa metálica	-	2,38 €	8 330,00 €
6	Braço de rotação	-	0,39 €	1 365,00 €
7	Ventilador nuventix	Synjet Zflow 65	12,64 €	44 226,00 €
8	Dissipador nuventix	Module LED Cooler 40W	7,63 €	26 708,50 €
9	LED	STARK SLE GEN 3 CLASSIC	15,60 €	54 600,00 €
10	Adaptador refletor	Z50 Optic Clip	0,52 €	1 820,00 €
11	Refletor	F13325_ANGELIN A-S	6,89 €	24 115,00 €
12	Copo de remate	-	0,87 €	3 045,00 €
13	Dissipador Mechatronix	ModuLED 9980	9,75 €	34 125,00 €
UNNO Ativo		Preço total	67,99 €	237 972,00 €
UNNO Passivo		Preço total	57,48 €	201 162,50 €

Tabela 6 - Orçamento geral - UNNO caixa metálica

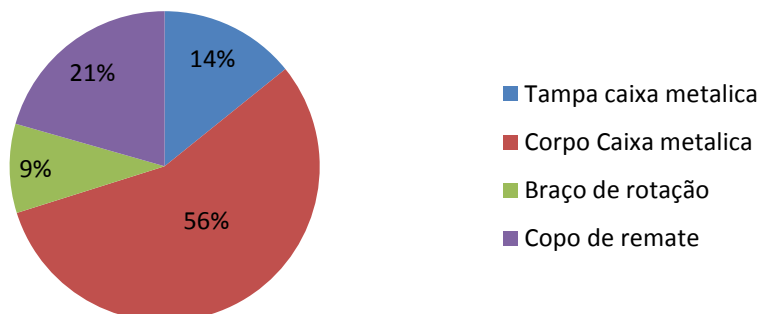
Analisando o orçamento concluiu-se que, o preço de fabrico para um UNNO ativo seria de 4,25€ em componentes subcontratados, excluindo pintura e repuxagem, e o preço para os componentes de mercado será de 63,75€.



Gráficos 1 - Orçamento geral

Os componentes de mercado representam 94% do valor total do produto, porém as negociações para um preço mais baixo, tornam-se difíceis devido às quantidades pedidas. Analisaram-se assim os componentes subcontratados representando 6% do total do valor.

Para o fabrico de 3500 unidades serão gastos no total 14 875€ em componentes metálicos, só o conjunto do corpo metálico, corpo 56%, e tampa 16%, representa 70%, cerca de 10 432€.



Gráficos 2 - Orçamento peças metálicas

Face ao custo do conjunto do corpo metálico, ponderou-se desenvolver em paralelo uma solução em plástico injetado, com a finalidade de verificar se justifica a aquisição de um molde de injeção, comparando o preço do molde com o custo de fabrico das peças por corte laser e quinagem.

Após o investimento inicial no molde de injeção plástica, o preço de fabrico das peças deverá reduzir drasticamente, conseguindo assim uma melhor margem e possibilitando um desenho mais apelativo.

Orçamentação protótipo

Para realizar o protótipo foram pedidas amostras de todos os componentes, a todos os fabricantes, com exceção do copo de remate, devido a este ser repuxado, e não existir ainda o molde.

Foi pedido um orçamento à ShapeWays, empresa online de impressão 3D em plástico, para o fabrico da peça em falta, foi enviado o ficheiro em 3D e o preço foi gerado automaticamente pelo website.

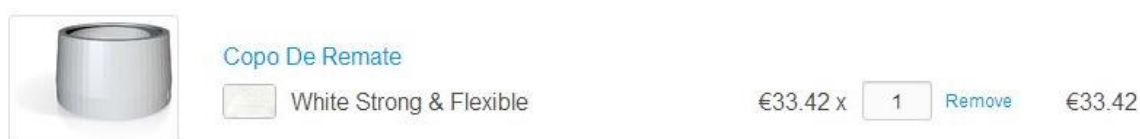


Ilustração 95 - Orçamento Shapeways

Devido à diferença nas quantidades pedidas as peças de amostra do corte-laser e quinagem têm um custo muito diferente, apresento em abaixo o orçamento obtido pela Roqlaser.

Número	Quantidade	Nome	Preço unitário	Preço total
2	2	Tampa caixa metálica	2,4100	4,82
5	2	Braço de rotação	4,0800	8,16
6	2	Corpo caixa metálica	5,6800	11,36
Somatório			12,17	24,34

Tabela 7 - Orçamento protótipo Roqlaser

Com a importação de componentes de diferentes produtos já existentes na empresa, reduzindo assim significativamente os custos dos protótipos, estes ficaram com um custo final de 57,76 €.

Foi possível a montagem de 2 protótipos nesta fase, constituídos por caixa metálica e braço de rotação, adquiridos à Roqlaser por corte laser e quinagem, copo de remate em plástico adquirido à Shapeways, e componentes internos aproveitados de produtos existentes na empresa. Estes protótipos serviram essencialmente para testes de aspeto visual e ensaios térmicos.

Protótipos

Os protótipos foram construídos com amostras pedidas aos representantes, com a finalidade de realizar ensaios térmicos, verificar a construção e analisar potenciais melhorias.

Foram construídos 3 protótipos com dissipadores diferentes:

- Dissipador ativo, PAR30 LED Cooler 40W Nuventix
- Dissipador passivo, ModuLED 9980 da Mechatronix
- Dissipador ativo, IceLED 550 da Mechatronix

O protótipo número 3 (ilustração 100) utiliza um dissipador de ventoinha e tem a finalidade de comparação de resultados nos ensaios térmicos, uma vez que este tipo de ventilação já tinha sido excluído.

Para este protótipo foi então selecionado um dissipador ativo de ventoinha.

O IceLED 550 apresenta um diâmetro de 99mm e uma altura de 45mm, partilhando o copo de remate com o ModuLED 9988 (dissipador passivo). Para a construção do protótipo com os dissipadores Mechatronix foram utilizados uns copos de remate adaptados de produtos antigos, e outros componentes existentes na empresa.



Ilustração 96 – Dissipador ativo IceLED550



Ilustração 97 – Protótipo copo de remate



Ilustração 98 - Protótipo com PAR30 LED Cooler 40W Nuventix



Ilustração 99 - Protótipo com ModuLED 9980 da Mechatronix



Ilustração 100 – Protótipo com IceLED 550 da Mechatronix



Ilustração 101 – Ligações elétricas

Ensaio térmicos de componentes

Os ensaios térmicos servem para determinar a temperatura a que os componentes se encontram durante a utilização. Este tipo de ensaios permite determinar o tempo de vida útil do LED, calculado através da sua temperatura normal de funcionamento.

A temperatura é medida no LED, no ponto tc/tp, conhecido por ponto de contacto, para medir a temperatura foi utilizado um multímetro com uma sonda de temperatura.

Os ensaios térmicos foram realizados pelo Eng. José Mota, não tive acesso aos valores continuados e ao estudo integral, apenas à informação que o Eng. me forneceu no final dos mesmos.

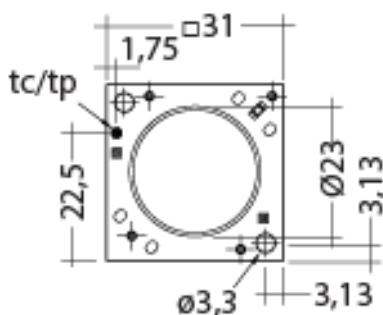


Ilustração 102 - Desenho técnico LED



Ilustração 103 – Bancada de ensaio térmico



Ilustração 104 – Bancada do ensaio térmico 2

No final dos ensaios térmicos, tomou-se a decisão de afastar a solução com dissipador passivo ModuLED 9980 da Mechatronix, pois os resultados dos ensaios apontavam uma temperatura de utilização superior à esperada, e como tal o tempo de vida útil do LED seria menor.

Prosseguiu-se então com uma solução única, utilizando o dissipador ativo PAR30 LED Cooler 40W Nuventix.

Com esta decisão deixou de ser necessário o segundo copo de remate, que apresentava outras dimensões e os cortes para entrada de ar.

Conceito caixa em plástico

Como referido anteriormente, depois de analisar o orçamento decidiu-se explorar uma solução para a carcaça exterior em plástico, de forma a reduzir os custos de fabrico.

Com a oportunidade de desenvolver a carcaça em plástico o aumento de possibilidades a nível de forma tornam possível redesenhar o produto. Aproveitou-se assim a oportunidade para desenhar o produto (exterior) e tentar inovar através do design e fazer um produto de referência a nível de design e funcionalidade.

O objetivo deste projeto foi aproveitar o processo desenvolvido para o conceito de caixa metálica e utilizar os mesmos componentes internos. Foi estabelecido que as peças injetadas em plástico deveriam ser obtidas numa injeção sem movimentos de moldes, pois isto encarecia o molde, o processo e o produto.

Conceito

Para a criação deste conceito, como os componentes internos se iam manter, a volumetria não iria ser alterada, apenas a geometria e o aspeto do produto poderiam mudar. Este conceito foi analisado e estudado de forma a ser adaptado á produção por injeção.

Neste conceito o copo de remate e o braço de rotação mantêm o seu fabrico e material, em aço e alumínio respetivamente.

Fonte de energia

Com a possibilidade de produzir o corpo em plástico surgiu a possibilidade de reduzir o número de ligações por parafusos e utilizar ligações por encaixes, reduzindo assim o tempo de montagem e o número de peças. Por se verificar que a caixa plástica oferecia também mais proteção e isolamento a fonte de energia foi decomposta, retirando-lhe a carcaça plástica, que se tornava redundante no produto e desnecessária. Com esta solução permite-se também uma ligeira redução na dimensão uma vez que se torna mais fácil de acomodar a fonte dentro da caixa.

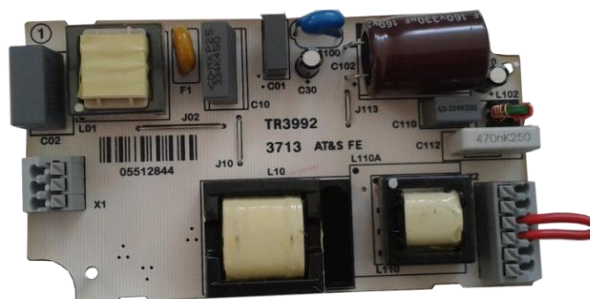


Ilustração 105 - Fonte de alimentação sem caixa

Utilizando a fonte de energia sem carcaça, permite que esta seja fixa por encaixes, os mesmos utilizados para fixar a fonte na sua carcaça plástica de origem.

Foi consultado o fornecedor sobre a disponibilidade de venda da fonte de energia sem carcaça e, no caso da venda sem carcaça, como funcionaria a garantia. A venda da fonte de alimentação sem carcaça não implicava alteração na garantia do produto, no entanto, era interpretado pela empresa como um pedido especial, o que causava um aumento do preço, assim optou-se pela compra do componente com carcaça e esta seria retirada no momento da montagem. Este processo não causava um aumento de tempo de montagem significativo, e poderia ser feito com antecedência, desde que as fontes fossem armazenadas em segurança depois de despidas da carcaça.

Controlador do ventilador

O controlador do ventilador já é vendido sem carcaça de plástico, vai utilizar o mesmo sistema de encaixes da fonte de alimentação. No UNNO em caixa metálica o controlador do ventilador, estaria suspenso, protegido por um invólucro plástico.

Foi banido o invólucro de plástico, foram retiradas as medidas ao controlador e este foi desenhado em 3D

Inspiração

Como inspiração para o desenho selecionei este detalhe (ilustração 106) do produto anterior (caixa metálica). A transição entre o preto e o branco, realizada através de um degrau inspirou o conceito de plástico.



Ilustração 106 – Detalhe de inspiração

Desenho

O desenho foi feito a mão livre, posteriormente foi ilustrado no Adobe Photoshop.

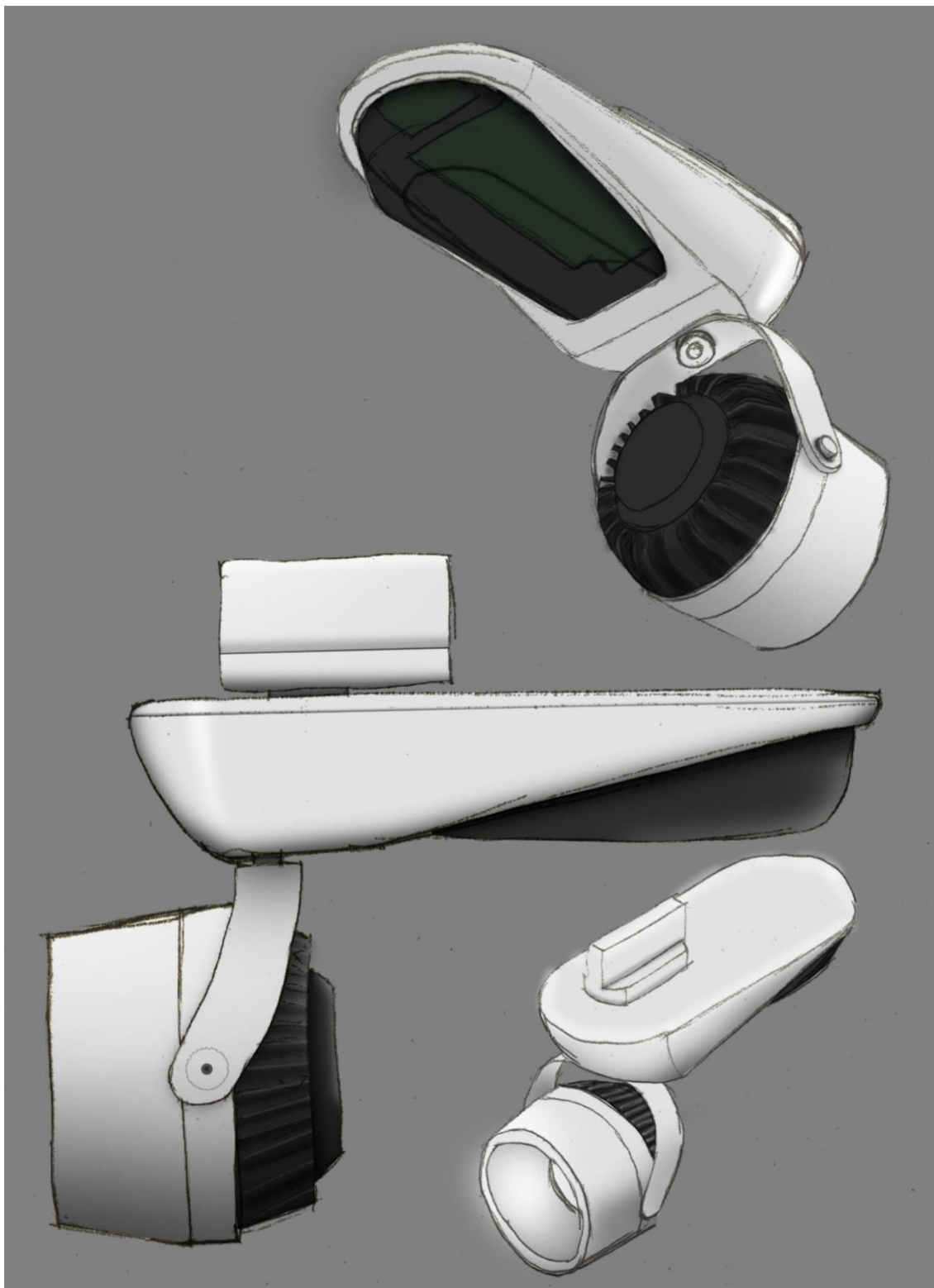


Ilustração 107 – UNNO corpo plástico conceito

Arquitetura do produto

O corpo em plástico é constituído por uma peça de base, o corpo principal, e por duas tampas, referidas como tampa superior e tampa inferior, na tampa superior estarão acoplados os componentes internos como a fonte de alimentação e o controlador do ventilador, a tampa inferior foi pensada para uma melhor montagem e verificação de ligações elétricas. Deste modo a tampa inferior é o último componente a ser agregado ao produto.



Ilustração 108 - Conceito de plástico - vista explodida

Acabamentos

O produto foi pensado para ser produzido com duas cores possíveis, a versão principal possui todos os componentes em branco com a exceção da tampa inferior e do dissipador que são em preto, a versão secundária será toda em preto.

Em caso de o cliente pretender outra cor para o produto, ficou estabelecido que o dissipador e a tampa inferior serão sempre em preto.

O acabamento superficial deverá ser texturado.



Ilustração 109 - Acabamentos UNNO

Modelação do conceito

Para a modelação 3D do produto foi utilizado o software, SolidwWorks 2014 premium.

Para os componentes para os quais não existia ficheiro 3D fornecido pelo seu fabricante ou distribuidor foram tiradas as medidas aos componentes e foram modelados por mim. Este foi o caso do controlador do ventilador

Início da modelação 3D

Para dar início à modelação 3D, realizou-se uma montagem com todos os componentes internos, incluindo as alterações realizadas na fonte de alimentação.

Foi modelada então uma forma inicial para o corpo em plástico, a esta altura do projeto apresenta apenas a forma exterior pretendida.

Alterações dos conceitos

Com a alteração do processo de fabrico do corpo, decidiu-se alterar outras partes do produto de forma a tornar este visualmente mais apelativo e para isso foram realizadas as seguintes alterações:

- O braço de suporte sofreu uma alteração do desenho, ganhando uma forma com uma maior concordância com o corpo, fluindo na direção da luz.
- A porca e o tubo roscado M10 de fixação do braço de suporte ao corpo, foram substituídos por uma peça torneada, conseguindo assim substituir dois componentes por um, e dar um acabamento exterior mais apelativo.
- O aperto do copo de remate, deixa de ser feito por parafusos M3 que roscam no dissipador, e passa a ser feito por porcas recartilhadas plásticas M3, que apertam em pernos M3, previamente roscados no dissipador. Esta alteração permite que se aperte, sem a necessidade de ferramentas, o grupo ótico na posição pretendida.

Na ilustração 110 é possível ver as alterações acima referidas.



Ilustração 110 - Alterações nos componentes

Soluções de construção

Na caixa plástica do projeto, na tampa superior, foram replicados os encaixes utilizados na carcaça plástica da fonte de alimentação. A tampa possui um rebaixo nas extremidades que permite um encaixe mais preciso com o corpo principal. É possível ver na imagem em corte (ilustração 111) o corpo principal está representado a verde, a tampa está representada a azul e, a fonte de alimentação a laranja, consegue-se visualizar o sistema utilizado para fixar a fonte de alimentação, este possui uns rasgos nas costas para permitir a injeção plástica.

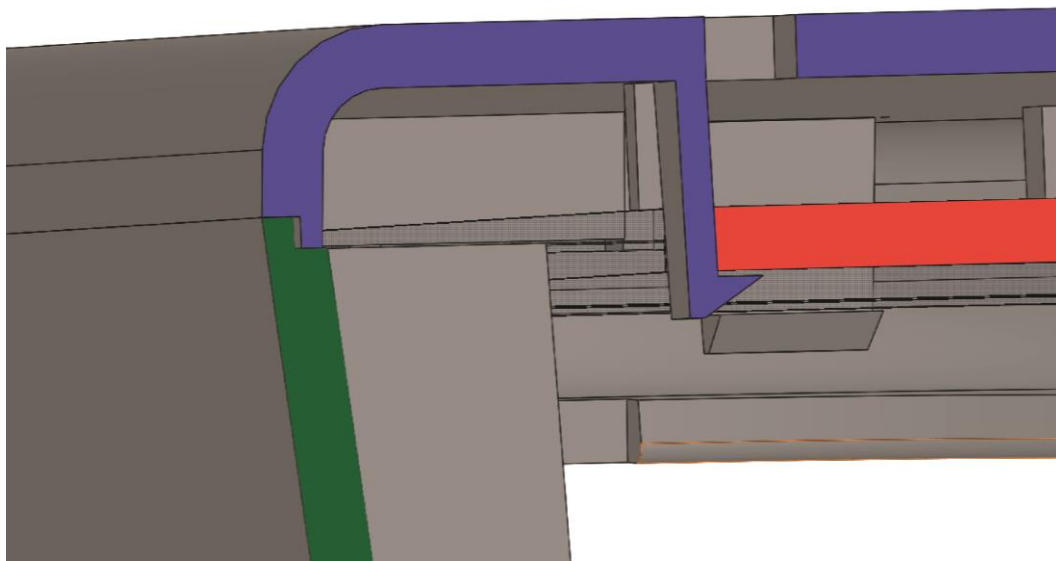


Ilustração 111 - Solução de construção 1

O corpo principal fixa à tampa superior através de parafusos auto roscantes M3, estes entram nas costas da tampa superior e apertam num castelo que sobe do corpo até ser recebido pela tampa. Desta forma a cabeça do parafuso fica oculta na tampa. Como é possível visualizar na imagem abaixo apresentada

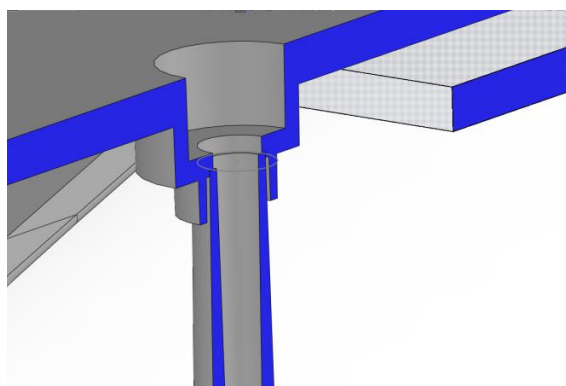


Ilustração 112 - Solução de construção 2

Foram criados reforços estruturais laterais tanto na tampa superior como no corpo principal, de forma a dar resistencia extrutural aos componentes, dar guiamento aos componentes, e “arrumar” as cablagens, através dos espaços entre reforços.

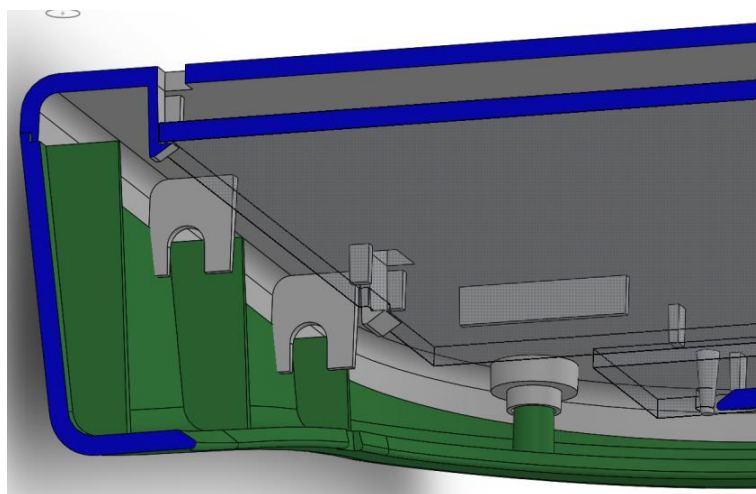


Ilustração 113 - Solução de construção 3

Para que a tampa superior só encaixe de forma correta no corpo principal foi dada uma assimetria ao componente. Como se pode visualizar na imagem abaixo apresentada, a distância dos encaixes da tampa com o corpo estão com distâncias diferentes em relação às extremidades da peça, apresentam também os eixos ligeiramente desviados. Desta forma quando a peça estiver na montagem será impossível de a encaixar fora da posição correta.

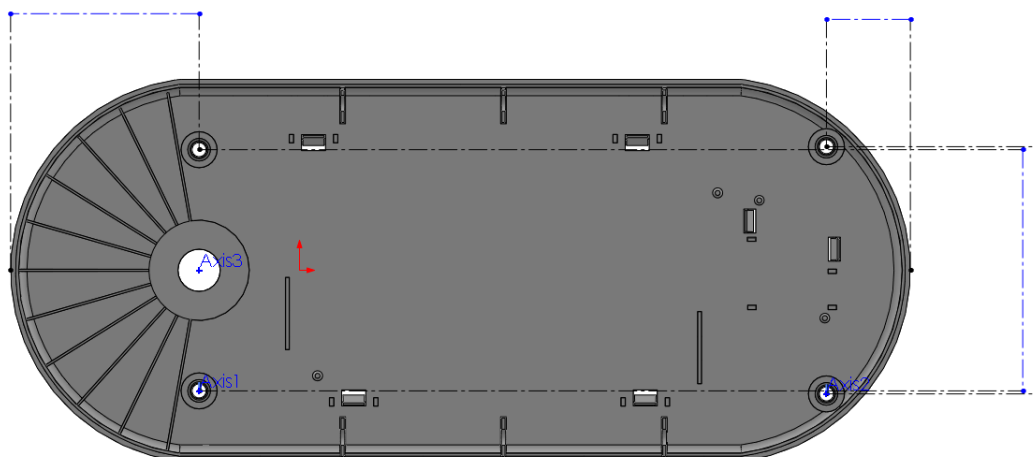


Ilustração 114 - Soluções de construção 4

Foram criados reforços estruturais e de material nas zonas onde há aperto de componentes, nomeadamente o braço de suporte e o suporte para calha eletrificada, estes reforços têm a função de dar um reforço à estrutura do componente, facilitar aquando da injeção, devido ao aumento de espessura nas zonas de aperto de componentes.

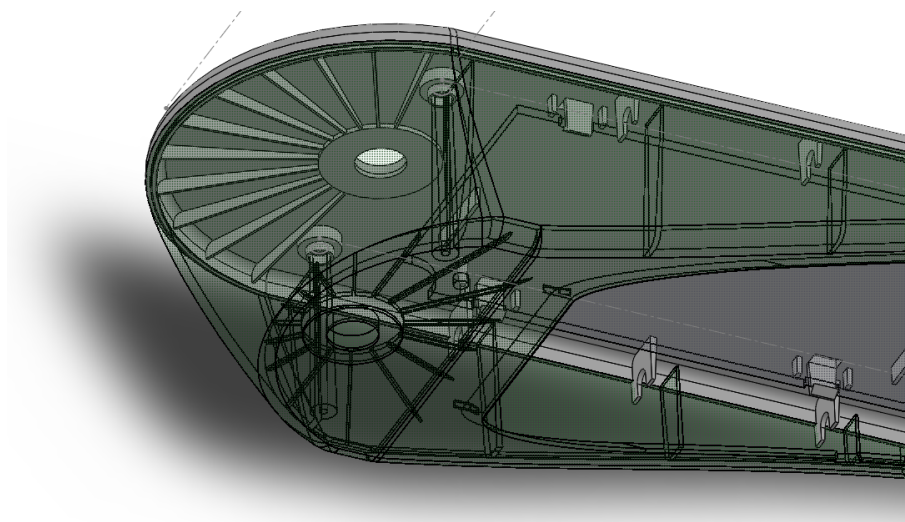


Ilustração 115 – Soluções de construção 5

A tampa inferior fixa no corpo principal através de 3 encaixes e uma barra de suporte, na zona dos encaixes foi removido um pouco de material para permitir que os encaixes se tornem flexíveis com o movimento de encaixe.

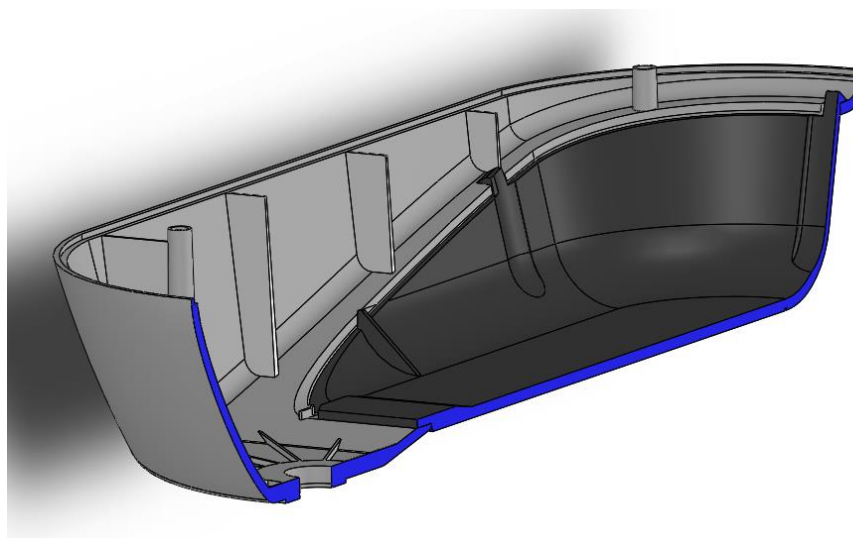


Ilustração 116 - Soluções de construção 6

Foi adicionado um reforço estrutural na lateral da peça, para que esta se mantenha na posição pretendida.

A barra é posicionada no local e seguidamente encaixa-se a peça subindo a parte traseira para que os encaixes a tornem imóvel, como se pode ver na ilustração 117.

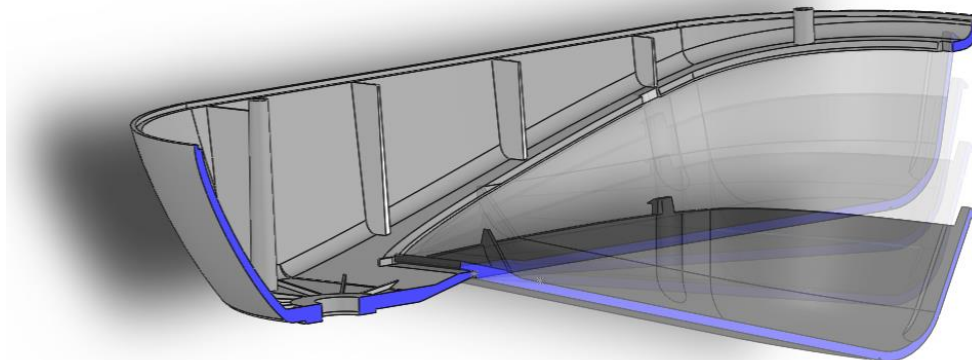


Ilustração 117 - Soluções de construção 7

Foi fundamental reformular o sistema utilizado para o aperto do dissipador no braço de rotação. Com a utilização de pernos roscados integrados no dissipador foi necessário alterar o copo de remate, em vez de possuir um furo oval, possui agora um rasgo, este rasgo permite que os pernos já estejam no dissipador, e este já esteja no braço de rotação, e só posteriormente encaixe o copo de remate, apertando no final as porcas recartilhadas. Apresento na imagem abaixo o sistema de encaixe.

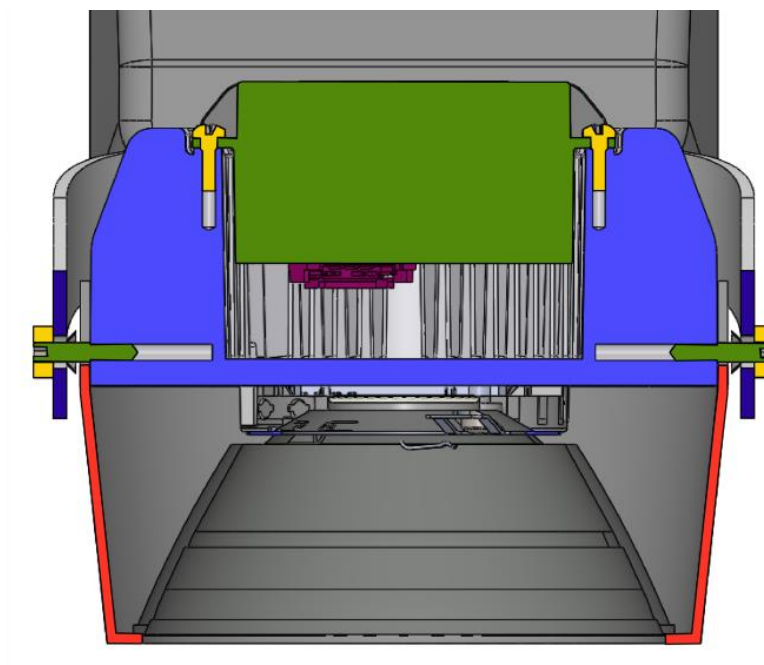


Ilustração 118 - Encaixe copo dissipador

Moldes para injeção plástica

Para preparar os componentes do corpo para injeção foi necessário dar ângulos de saída nas peças, para verificar se as peças estavam preparadas para injeção foi realizada uma análise draft. Recorrendo à ferramenta do SolidWorks draft analisys.

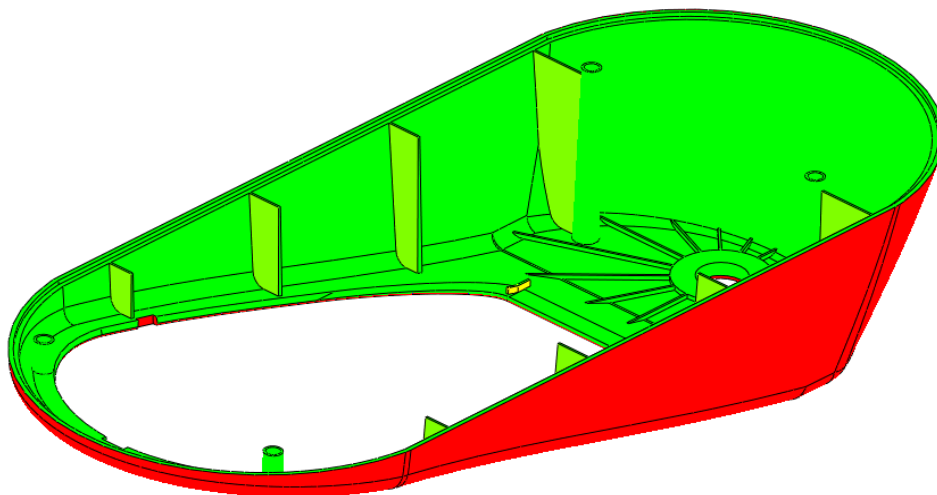


Ilustração 119 - Análise draft corpo principal

Com as análises draft realizadas em todos os componentes, foi marcada uma reunião com o fabricante de moldes, com a finalidade de detetar potenciais problemas na injeção das peças.

Após a reunião ficou decidido fazer 2 moldes para o fabrico das 3 peças, o corpo principal e a tampa superior serão feitos no mesmo molde, a tampa inferior será feita noutro molde devido à diferença na cor, porém neste molde serão injetadas duas peças deste componente, enquanto no primeiro molde só será injetada uma peça de cada.

Foram realizadas pequenas alterações nas peças conforme conferenciado na reunião.

Protótipos

Para a realização dos protótipos da versão em plástico foi necessário recorrer a uma tecnologia de prototipagem que se aproximasse do produto final, foram então contactadas empresas especializadas nesta área, e foram pedidos orçamentos.

Dado que os valores apresentados para a realização dos protótipos eram idênticos, foi selecionada a empresa que apresentou o menor tempo para o fabrico do mesmo.

Protótipo 1

Foi encomendado o primeiro protótipo para a caixa plástica do UNNO na empresa CINFU. Este protótipo tinha a finalidade de encontrar algumas falhas na construção do produto, problemas relacionados com o encaixe e a montagem, dimensões.

O protótipo foi feito em SLS, e apesar de ter sido combinado um preço para a realização deste protótipo, este valor não foi cobrado pela empresa, pois aquando da prototipagem do corpo principal ocorreu um erro na máquina SLS, e este foi produzido com um pequeno defeito.

Apesar do erro, foi possível montar o conjunto como é possível visualizar ilustração 120.



Ilustração 120 - Protótipo 1

Com a construção do protótipo 1, foi possível validar os encaixes dos componentes internos. Como é possível ver na imagem abaixo.

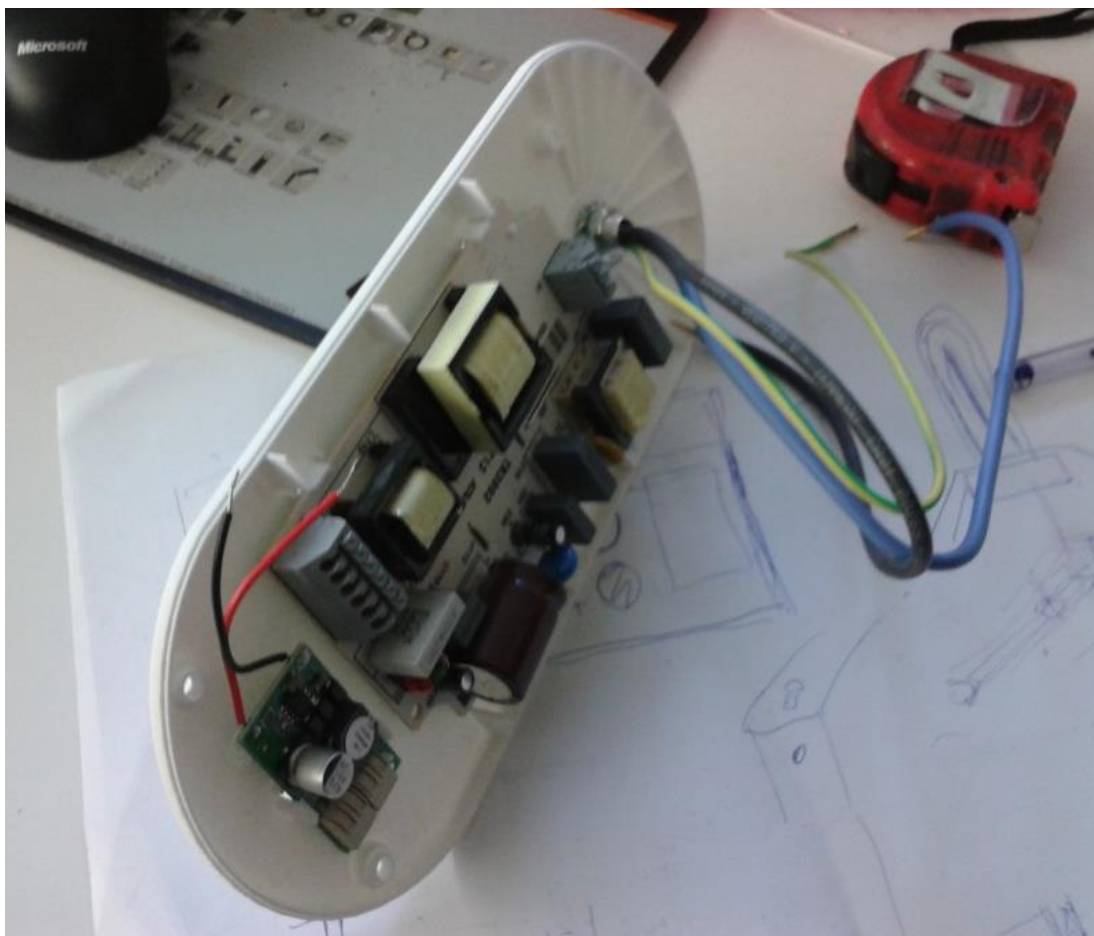


Ilustração 121 - Protótipo 1 tampa superior

Alterações após o protótipo 1

O protótipo 1 foi montado com todos os componentes, foi instalado numa calha e simulada a sua utilização, tendo sempre em conta que o material com que foi construído teria mais fragilidades do que o material final.

Foram detetadas algumas fragilidades na tampa superior, esta apresentava certa ondulação superficial após instalada, concluímos que a superfície interna deveria adquirir reforços de forma a criar maior resistência estrutural. Quando instalado na calha o produto tinha tendência a desnivelar-se devido ao peso estar maioritariamente concentrado sobre o eixo de aperto dos componentes. As paredes do produto apresentavam alguma fragilidade, ficou decidido fazer um acréscimo na espessura da parede de 1,5mm para 2mm.

Os eixos da tampa superior e do corpo foram desalinhados para manter o produto nivelado, quando este for suspenso.

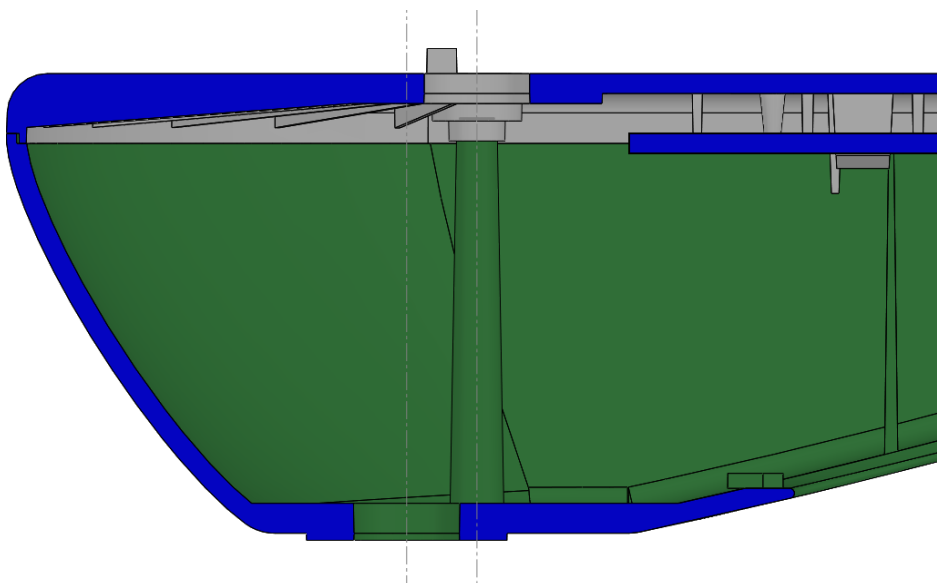


Ilustração 122 – Alterações furação protótipo 1

Com a mudança do furo do corpo para uma posição à frente da linha de eixo do furo da tampa superior, esperava-se que o produto ficasse nivelado.

Para determinar onde seria a melhor posição para o furo do corpo principal, foi realizada uma análise de tensão de forças recorrendo ao Software, SolidWorks 2014 Premium com o simulation analysis.

Foram aplicadas no modelo 3D do corpo principal e da tampa as forças resultantes da montagem. A força exercida pelo grupo ótico foi sobredimensionada, aplicando assim uma força de 50N. A imagem resultante do estudo (ilustração 123) apresenta resultados de deformação exagerados em relação àquela que seria a deformação real.

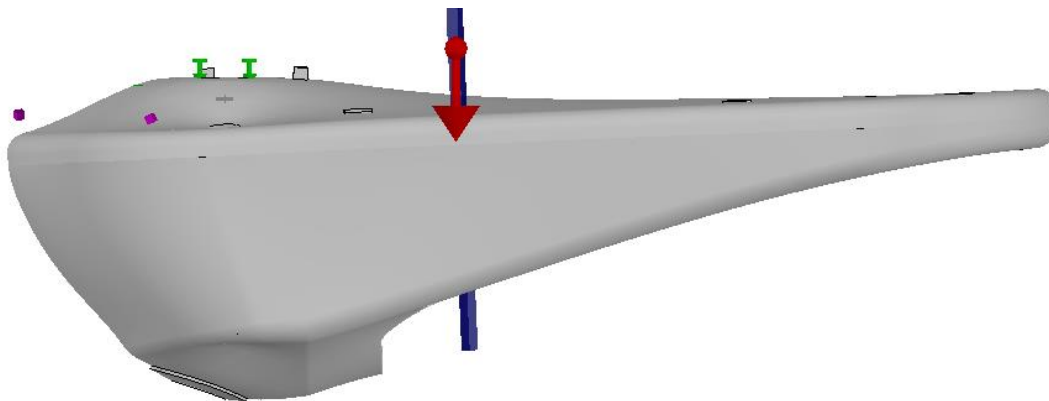


Ilustração 123 – Simulação de forças Solidworks 2014

Foram realizadas 5 análises, com deslocamentos do eixo do furo do corpo principal de 1mm em 1mm, começando a primeira análise com os eixos coincidentes. Após as análises concluiu-se que a melhor posição seria 4mm à frente da linha de eixo, nesta posição a parte traseira apenas elevaria cerca de 0,491mm, considerou-se que essa elevação seria aceitável, e não deformaria em demasia o equipamento e em nada prejudicava o seu funcionamento.

Foram realizadas todas as alterações estipuladas a partir deste primeiro protótipo e procedeu-se à realização de um novo protótipo. Para este segundo protótipo devido ao erro com o primeiro foi considerada tecnologia FDM.

Protótipo 2

Para a realização deste protótipo foi contactada a Escola Superior Aveiro Norte, por ter a tecnologia pretendida e ser acessível. O protótipo foi construído em ABS (acrilonitrila butadieno estireno) através da tecnologia FDM. Com o fabrico destas novas peças foi possível montar um protótipo funcional (ilustração 125).

O Protótipo 2 teve um custo de 150€.



Ilustração 124 - Protótipo 2 corpo



Ilustração 125 - Protótipo 2 completo

Alterações após o protótipo 2

O protótipo 2 foi analisado de forma a detetar potenciais melhorias na construção.

Concluiu-se que com a utilização regular do produto, as porcas que bloqueiam os componentes com movimentos livres, o braço de rotação e o suporte para a calha global, apresentavam tendência a desapertar, porém o aperto excessivo destas faria com que a movimentação dos elementos livres, se tornasse difícil devido à força que seria necessário exercer ao utilizar o produto.

Ficou decidido utilizar uma porca sextavada especial, com um furo lateral roscado a M3. A porca recebe um perno M3, este colide com o veio roscado M10 e faz com que a porca não se desaperte. Ao utilizar este sistema concluiu-se que o sistema limita a rotação do braço, poderia ser integrado internamente com a utilização de um perno de maior dimensão e com um reforço estrutural maior. É possível visualizar na imagem abaixo o sistema de aperto e de limite de rotação, as porcas M10 estão representadas a azul-claro, o corpo está representado a azul-escuro, o perno M3 está representado a verde.

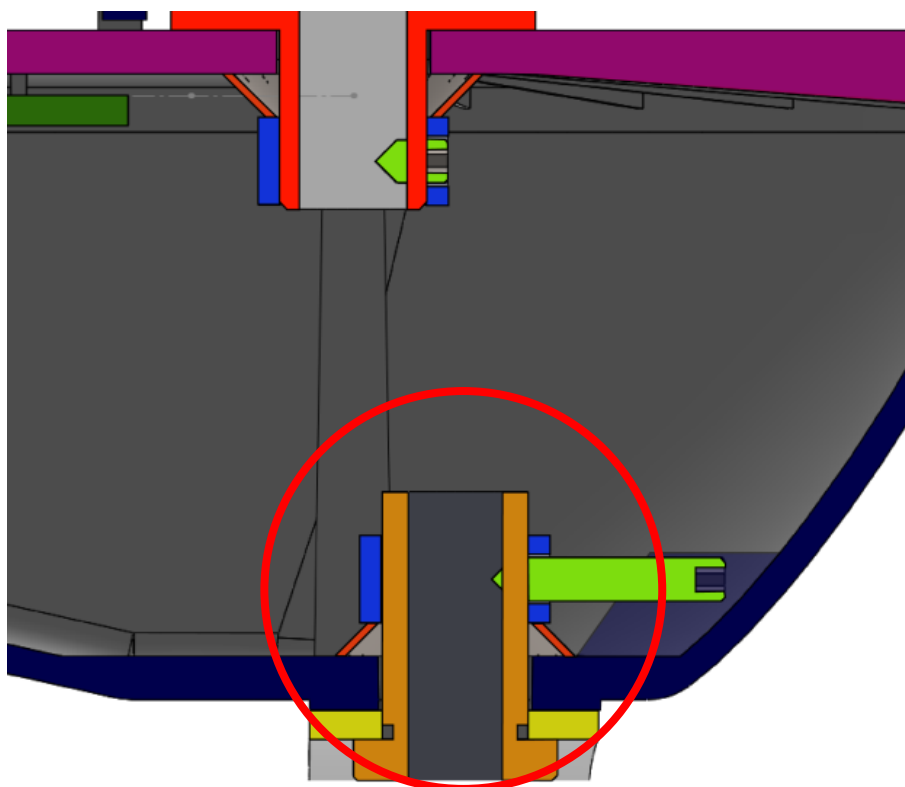


Ilustração 126 - Sistema de limite de rotação

Preparação para produção

Após as alterações realizadas para o segundo protótipo procedeu-se à preparação dos componentes para a produção.

Codificação do produto

Todos os componentes do produto foram codificados com um código único, este código serve para identificar internamente os componentes, todos os códigos são inseridos no sistema de faturação da empresa. O código deverá ser gerado segundo a norma utilizada na empresa.

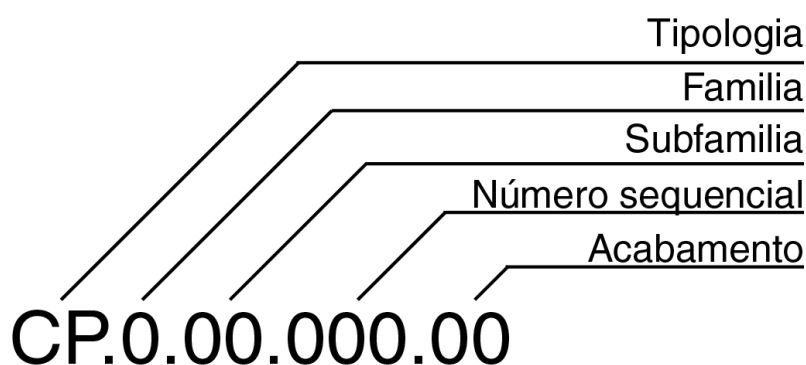


Ilustração 127 - Código genérico

Foram consultadas as tabelas já existentes na empresa com códigos já existentes. E foram criados novos códigos para os componentes que não existiam até à data.

A tipologia refere-se aos componentes, no caso dos componentes de mercado o código inicia com as letras CP, no caso dos componentes subcontratados o código inicia com as letras SC.

A família pretende dividir em grupos amplos os componentes, por exemplo "Componentes eletrónicos". A subfamília pretende ser mais específica dentro da família, por exemplo "Casquilhos". O número sequencial é obtido por ordem de entrada dos componentes no sistema.

O acabamento é atribuído através da consulta de uma tabela com o número referente ao acabamento pretendido.

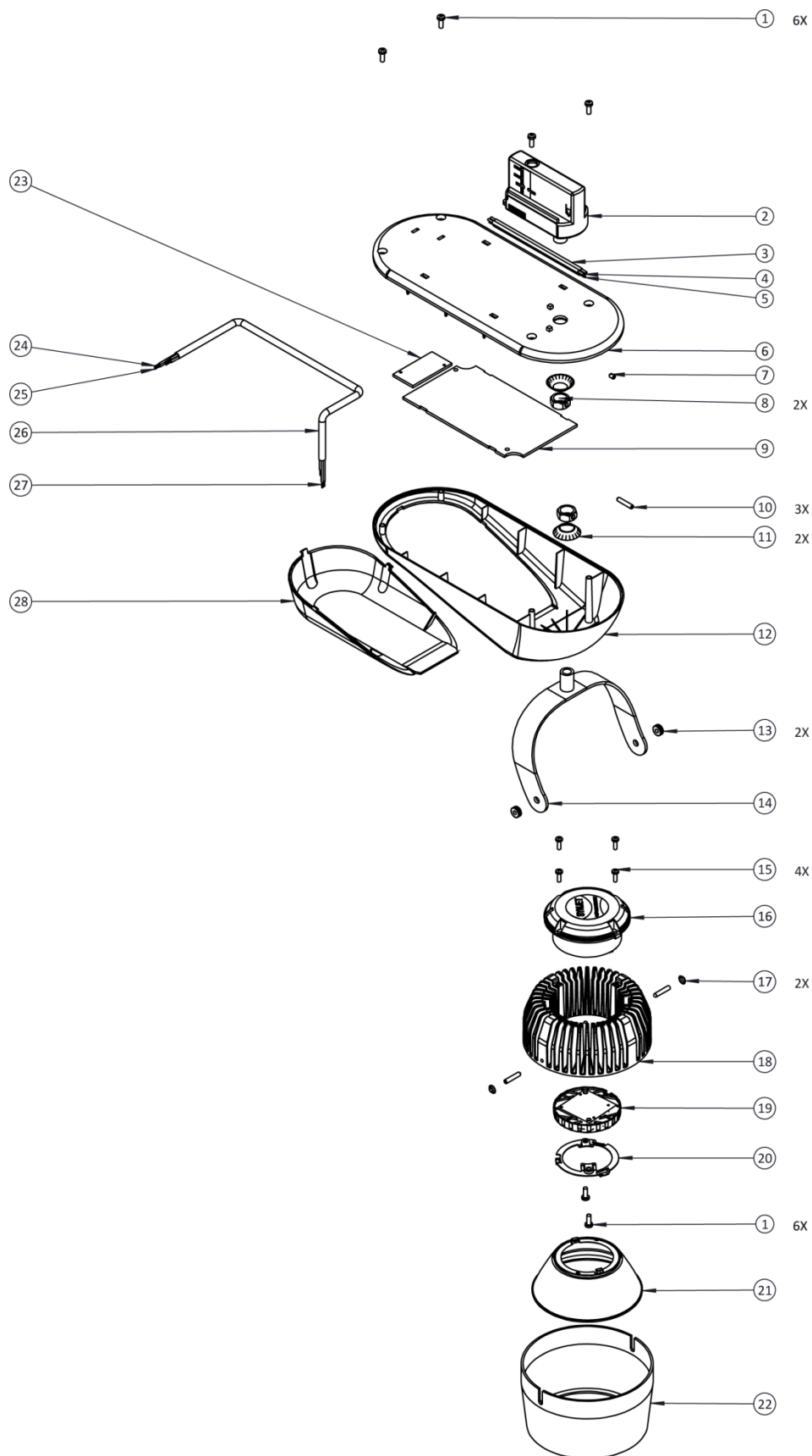


Ilustração 128 - UNNO vista explodida numerada

Na página anterior apresenta-se uma vista explodida (ilustração 128) numerada que permite uma melhor visualização de todos os componentes.

Abaixo apresento uma tabela com todos os códigos criados para o produto.

Número	Código	Descritivo
1	CP.0.00.003.21	Parafusos cabeça de queijo M3x10
2	CP.1.18.001.04	Adaptador Global XTSA 68
3	CP.1.02.004.12	Fio FV 1,5mm azul
4	CP.1.02.004.04	Fio FV 1,5mm preto
5	CP.1.02.004.28	Fio FV 1,5mm verde/amarelo
6	SC.2.00.003.04	Tampa superior UNNO
7	CP.0.02.002.00	Pernos M3x6
8	CP.0.04.002.00	Porca M10 latão
9	CP.1.01.003.00	LCI 35w 900-1750 mA TOP C
10	CP.0.02.004.00	Pernos M3x16
11	CP.0.03.002.21	Anilhas Mola M10
12	SC.2.00.001.04	Corpo principal UNNO
13	CP.0.04.003.04	Porcas de nylon M3
14	CP.2.02.003.00	Braço Rotação
15	CP.0.00.002.16	Pf.C.Q.Ph DIN7985/ISO7045 Fe Niq M2,5x8
16	CP.1.22.001.00	SPARS-CM012-001
17	CP.0.03.001.21	Anilha Recartilhada Ext DIN6798A Aço Zn (M3)
18	CP.1.23.001.04	Dissipador HP30S-CALBL-001
19	CP.1.17.004.17	STARK SLE G3 19 3000 830 CLA
20	CP.4.99.001.03	Adaptador LED-Refletor
21	CP.4.01.001.27	Refletor - Angelina
22	CP.2.02.002.00	Copo repuxado
23	CP.1.21.001.00	Controlador do ventilador
24	CP.1.02.001.07	Fio PU 0.5 VM
25	CP.1.02.001.04	Fio PU 0.5 PT
26	CP.1.09.002.04	Manga Expansível XBFX-05 - NG
27	CP.1.02.003.00	Cabo ligação WALLS-C4600-001
28	SC.2.00.002.04	Tampa inferior UNNO

Tabela 8 - Códigos do produto

Peças metálicas

As peças metálicas dividem-se em 2 processos diferentes, corte laser e maquinação.

Por maquinação são obtidas as porcas de latão e o veio roscado de latão que fixa ao braço de rotação

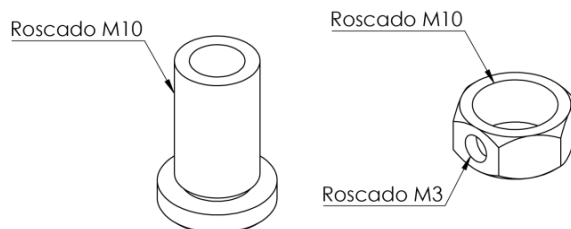


Ilustração 129 - Peças maquinadas em latão

O novo braço de rotação sofre 4 processos, corte laser de chapa, quinagem para a forma final, soldadura de estanho do veio roscado e pintura.

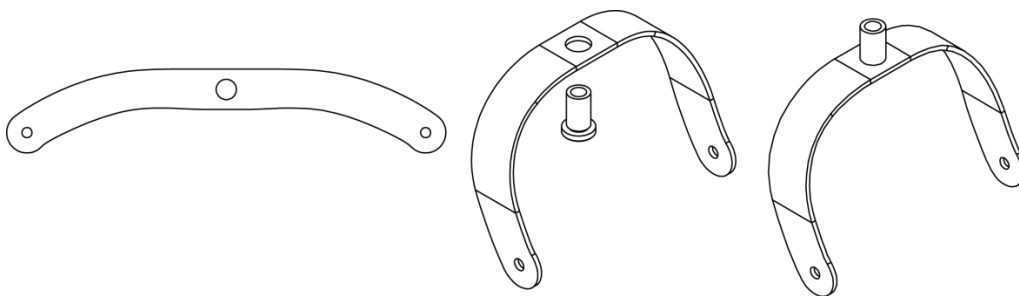


Ilustração 130 - Processos do braço de rotação

O copo de remate sofre também 4 processos, corte laser de chapa, repuxagem para a forma final, corte por prensa e, pintura no final.

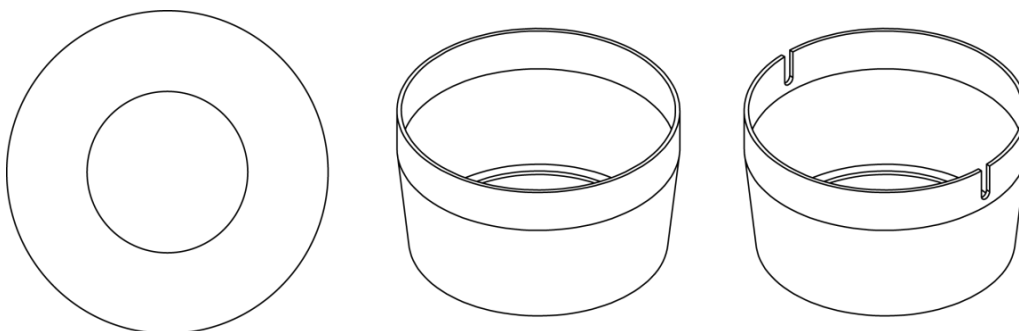


Ilustração 131 - Processos do copo de remate

Foram pedidos orçamentos das diferentes peças metálicas, e dos diferentes processos de fabrico.

Fabrico dos moldes de injeção

O fabrico dos moldes deu início após o Eng.^o José Mota ter aprovado o orçamento, de 12000€ para o fabrico dos moldes. O fabrico ficou ao cargo de uma empresa de moldes da região.

Posteriormente os moldes foram transportados para a empresa responsável pela injeção plástica dos componentes. O fabrico de todos os componentes será adjudicado a empresas da região de Águeda, devido à proximidade, em caso de deslocação e custos de transporte, e por política administrativa da empresa.

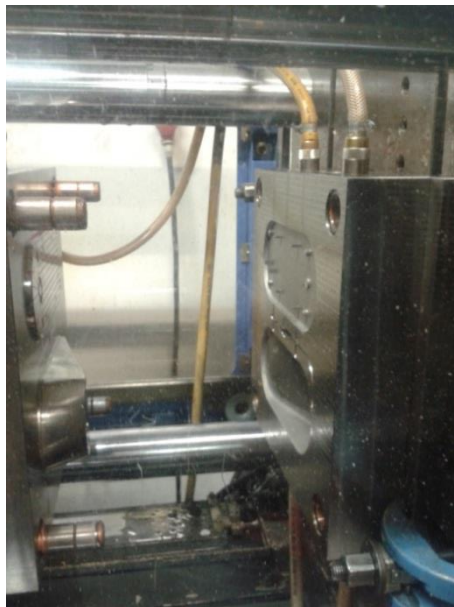


Ilustração 132 - Molde de injeção UNNO

Seleção de materiais

A seleção de materiais foi influenciada pelo responsável da empresa de injeção.

O material escolhido para a construção do corpo do produto, foi o ABS (acrilonitrila butadieno estireno), pelas suas características de resistência e flexibilidade, apresentando-se como um material leve e rígido, fácil de admitir coloração e com uma excelente relação qualidade/preço.

Procedimentos de Montagem

Os procedimentos de montagem do projetor encontram-se em anexo, e explicam passo a passo a montagem do UNNO. Este documento foi de grande utilidade para o departamento de montagem e para os funcionários, visto tratar-se de um equipamento novo e com algumas especificidades.

Embalagem

Como este foi o primeiro produto da empresa a ser vendido com a nova marca comercial a empresa não possuía ainda embalagem, imagem e toda a documentação necessária para a expedição de produtos. Assim, toda a concepção de embalagem e expedição do projetor ficou à minha responsabilidade. Uma das minhas primeiras ocupações nesta fase foi procurar uma empresa parceira para a execução das embalagens. E a partir daí gerar todos os templates para a documentação necessária.

Estudo realizado

Ao idealizar a embalagem esta seria constituída por uma caixa feita em cartão canelado. Ficou decidido que cada caixa transportaria dois projetores no seu interior. O desenho escolhido para a embalagem é mostrado na ilustração 133.

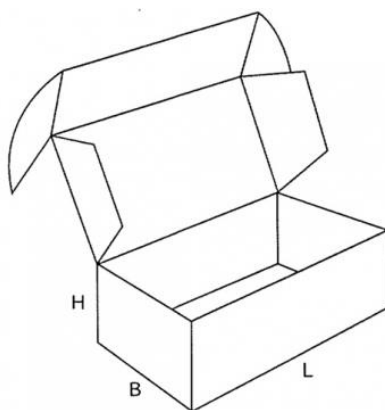


Ilustração 133 - Embalagem escolhida

Foi necessário desenhar uns suportes interiores para acomodar o produto dentro da caixa, de forma a evitar danos durante o transporte. Os suportes são também construídos em cartão canelado e encontram-se a 30mm das extremidades base e topo, do produto.

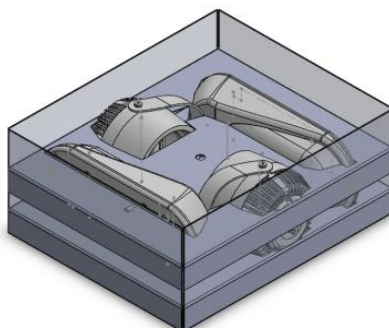


Ilustração 134 - Conceito de embalagem

Foi enviado um desenho DXF com o formato do suporte para um fabricante de caixas de cartão, foi pedido que a caixa tivesse de medidas internas 300mm de largura, 250mm comprimento e 110mm de altura.

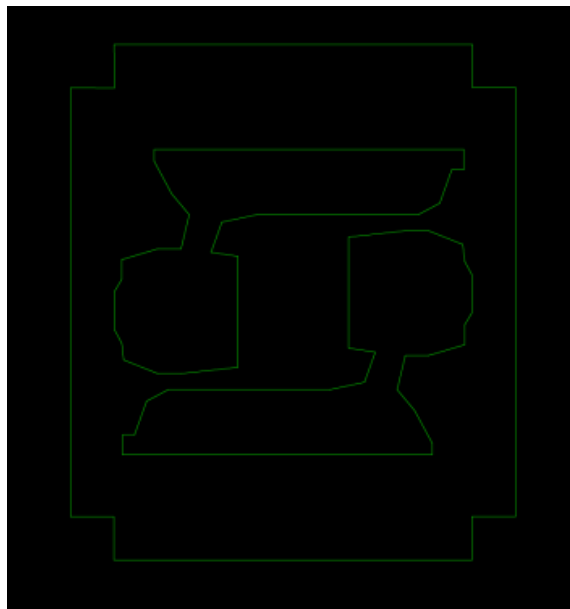


Ilustração 135 - DXF do suporte interno

O fabricante sugeriu algumas alterações nos suportes, essas alterações foram aprovadas pela direção da empresa. Ficando os suportes como se pode ver na imagem abaixo. À esquerda o conceito inicial, à direita a sugestão aceite, e agora conceito final do suporte.

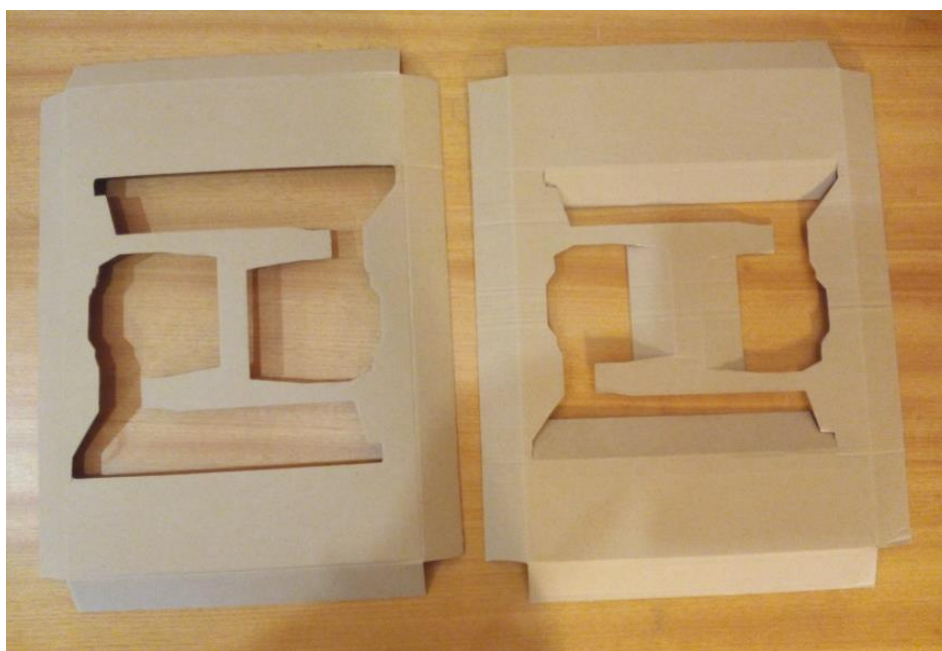


Ilustração 136 – Acomodação embalagem

Autocolante

Para identificar o produto na embalagem foi criado um autocolante, que tem como finalidade, para além de identificar o produto, selar a embalagem, para que o cliente final tenha a certeza que a embalagem não foi violada durante o transporte.

Para o autocolante estar em conformidade com a imagem da empresa foi estabelecido um modelo O autocolante deve conter uma imagem identificativa do produto, o nome, o tipo de LED, a referência, o número de unidades, a cor e a marca da empresa.



Ilustração 137 - Autocolante UNNO

O autocolante possui a base para todas as combinações, na fase de selar a caixa o funcionário marca nos pontos brancos as especificações do produto acabado de embalar.

O autocolante é colado a meio da embalagem, e abrange 3 faces da caixa, a superior, a frontal e a inferior, na face superior fica visível o nome do produto e a imagem foto realista, na face frontal é apresentada toda a informação do produto, e na face inferior será apenas para selar a embalagem, não apresentando qualquer informação.

O autocolante foi utilizado durante o processo de decisão do cartão a ser utilizado para a embalagem (ilustração 138).



Ilustração 138 – Comparação de caixas

O cartão selecionado foi o castanho, sem acabamento, devido ao seu reduzido custo de fabrico, e por entrar em conformidade com a política “verde” da empresa, por se apresentar sem acabamentos, nem pinturas e de aspeto mais natural e simples.

Disseminação no mercado

Nome do produto

Este é o primeiro produto desenvolvido e produzido pela empresa, ficou decidido nomear este produto de UNNO, devido à semelhança com o número um, e à ligação a primeiro.

O nome tenta transmitir a ideia de único, é um produto que tenta marcar a mudança na empresa, e pretende ser um topo de gama com o preço de um média gama.

A palavra identifica-se ainda com o termo em latim, uno, seguindo a ideologia da marca criada para divulgação comercial, a Euluce.

Ficha técnica

Para a criação das fichas técnicas a incluir nas embalagens, junto com os produtos, foi necessário desenvolver uma linguagem para a documentação da empresa, inexistente até à data. Foi-me pedido que utilizasse o logotipo da marca comercial, Euluce, na ficha técnica porém que as referências à Lightenjin não passassem despercebidas.

O documento deverá conter ainda a seguinte informação:

- Descrição do produto
- Zonas de aplicação
- Vantagens
- Acabamentos
- Especificações fotométricas
- Diagrama polar
- Especificações elétricas
- Esquema de ligações
- Desenhos mecânicos
- Especificações de rede
- Arquitetura de rede
- Fotografias do produto / fotorrealismos
- Informação legal
- Contacto da empresa

Todo o texto presente deverá encontrar-se em três idiomas, português, inglês e francês.

Inspirado no logotipo da Lightenjin foram utilizadas as cores presentes no mesmo, e a mesma tipografia.

A tipografia para os textos é a EXO, uma fonte de uso livre, retirada da base de dados do Google.

As cores presentes no logotipo são o verde, o amarelo e o azul, e representam diferentes significados, segundo o código da empresa:

- Verde – Produto amigo do ambiente, ecológico.
- Azul – Produto de alta eficiência, fidelidade.
- Amarelo – Produto de design, com um desenho mais apurado.



Ilustração 139 - Logotipo Lightenjin

Utilizando o software Adobe Illustrator foi criado um primeiro conceito de ficha técnica, no cabeçalho da folha aparece uma barra de cor que será atribuída segundo a caracterização do produto, neste caso é a cor amarela. Seguidamente aparece uma barra preta, onde se encontra o nome do produto do lado esquerdo, com a cor branca e escrito a bold, o logotipo aparece em linha com o nome do lado direito do cabeçalho.

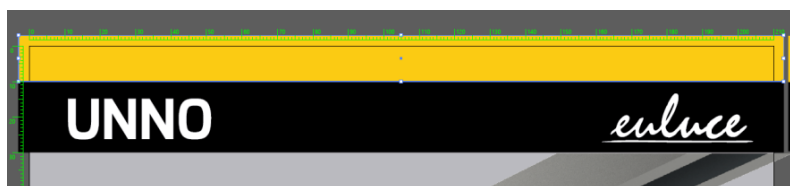


Ilustração 140 - Cabeçalho ficha técnica

Para diferenciar os textos em diferentes idiomas, representei o português com a tipografia em regular, o inglês em light e a francês em thin. Na imagem abaixo é possível ver a diferença entre os textos.

Português

Inglês

Francês

Ilustração 141 - Diferença entre dialetos

Para a construção de tabelas, recorri a uma escala de cinzas com as seguintes percentagens.

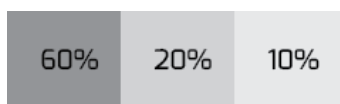


Ilustração 142 - Escala de cinzas

	Código fotométrico Photometric code Code photométrique	Fluxo Luminoso Luminous Flux Flux Lumineux	Eficácia do sistema (*) System efficacy Efficacité du système
HB			
S	830	2876 lm	76 lm/W
	840	3196 lm	84 lm/W
M	830	2876 lm	76 lm/W
	840	3196 lm	84 lm/W
W	830	2876 lm	76 lm/W
	840	3196 lm	84 lm/W

Ilustração 143 - Exemplo da utilização dos cinzas em tabela

A primeira tabela é diferente das restantes. As restantes apresentam o seguinte aspeto.

Especificações Eléctricas
Electrical Specifications
Caractéristiques Électriques

Características Eléctricas Technical Specifications Caractéristiques Électriques		UNNO LB		UNNO HB	
		Normal Standard Normal	DALI	Normal Standard Normal	DALI
Tensão de entrada Input voltage Tension d'entrée (Vin)	198-264V AC				
Frequência Frequency Fréquence (F)	50/60Hz				
Corrente de entrada Input power Courant d'entrée (lin)	87 mAAC		166 mAAC		
Potência de entrada Input power Puissance d'entrée (Pin)	20,0 W		38,2 W		
Factor de Potência Power factor Facteur de puissance(PF)	> 0,90				
Distorção Harmónica Harmonic distortion (THD) Distorsion harmonique	< 10%				
Classe de protecção eléctrica Electrical Protection Classe de protection électrique	I ¹				

Note: Valores nominais à temperatura ambiente (Ta = 25º) | Note: Nominal values at room temperature (Ta = 25º) | Remarque: Valeurs nominales à la température ambiante (Ta = 25º)
(1) - De acordo com a norma EN60598. I (1) - According to EN60598 standard. I (1) - Selon la norme EN60598.

Ilustração 144 - Exemplo de tabela 2

A primeira página da ficha técnica apresenta uma barra a cinza com uma apresentação do produto e uma imagem foto realista do produto.



UNNO

A sua elevada eficácia e vida útil fazem do UNNO o equipamento adequado para a iluminação de destaque em espaços comerciais. Próprio para aplicação em calha electrificada trifásica saliente ou embutida, resulta numa solução fácil de instalar e com reduzidos custos de exploração.

Its high efficiency and long lifetime make the UNNO equipment suitable for accent lighting in commercial spaces. Designed for the 3-circuit lighting track system, surface mount or recessed, results in a easy-to-install and reduced maintenance costs solution.

Son rendement élevé et longue durée de vie font l'UNNO adapté pour l'éclairage d'accentuation dans les équipements de locaux commerciaux. Convient pour une application dans le rail triphasé électrifié en saillie ou en retrait, ce qui entraîne des coûts d'exploitation faciles à installer et à faible.

Descrição do produto	Product Description	Description du produit
Montagem em calha trifásica embutida	Recessed or surface mount tri-circuit	Encastré ou montage en surface rail

Ilustração 145 – Exemplo de tabela 2

A página dos desenhos mecânicos apresentam um fundo em cinza, para se diferenciar das restantes, esta página deve incluir uma imagem foto realista, os respetivos desenhos mecânicos e outras informações relevantes.

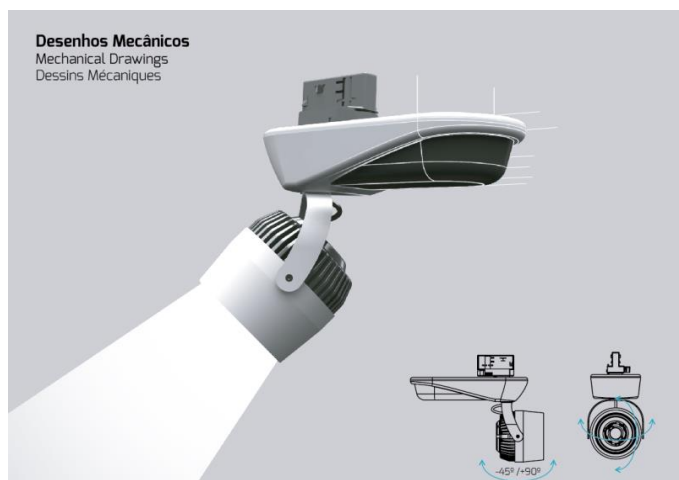


Ilustração 146 - Exemplo da página dos desenhos mecânicos

A informação da empresa encontra-se no fundo da última página.



Ilustração 147 - Localização contactos da empresa

Ficou decidido que os produtos de cor amarela teriam 8 páginas por ficha técnica, enquanto os restantes teriam apenas 4 páginas. Apresenta capa e contra capa, uma folha exclusiva para desenhos mecânicos e uma folha exclusiva para uma imagem em utilização.

A simbologia do produto encontra-se no fundo da primeira página, optou-se por inserir os símbolos dentro de círculos.

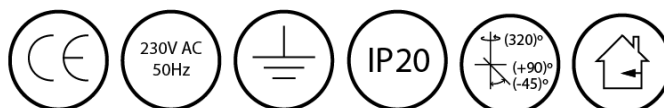


Ilustração 148 - Simbologia do produto

A ficha técnica do produto encontra-se em anexo.

Manual de instruções

Para a montagem do produto em obra foi necessário criar um manual de instruções de instalação do produto, foi criada uma linguagem para esse tipo de documento, inspirado no documento anterior. O documento deve estar limitado a uma folha A4, frente e verso, sendo assim, foi feito um folheto em A5 com quatro páginas, dentro da folha A4.

O documento apresenta no cabeçalho a mesma linguagem da ficha técnica, uma barra de cor e uma barra preta, que possui o nome do produto à direita e o logotipo da marca à esquerda.

A primeira página apresenta uma imagem do produto, o nome, o título do documento e a simbologia. A barra superior é constante em todo o documento.



Ilustração 149 - Manual de instruções UNNO página 1

Quando se abre o manual de instruções, é visível no seu interior, todos os passos necessários para a instalação adequada do produto.

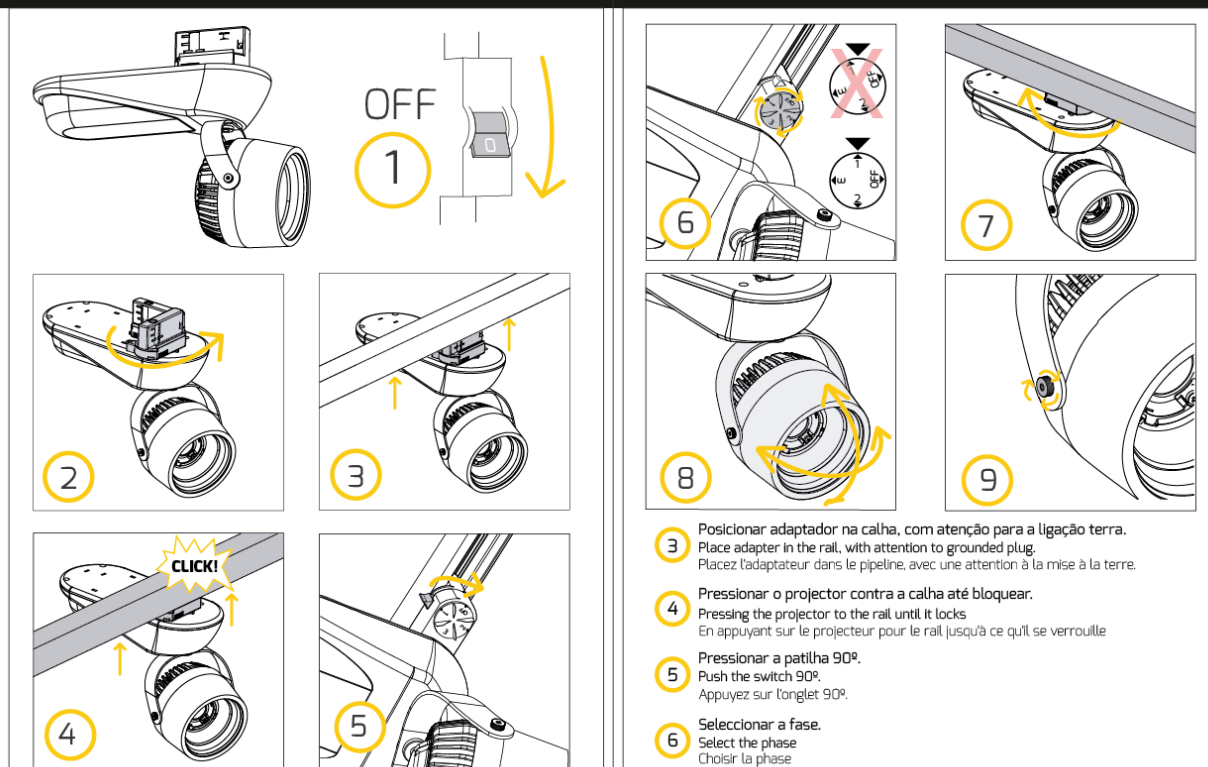


Ilustração 150 - Manual de instruções UNNO página 2 e 3

Os passos necessários estão identificados de forma numérica, o número encontra-se sempre dentro de um círculo com a cor da barra, e de fundo branco. Foi utilizada uma escala de cinza para realçar alguns aspetos dos desenhos. A legenda aparece no final do documento, em 3 idiomas e identificada com o respetivo número, apenas se legendou os tópicos onde não é possível explicar através do desenho e de forma rapidamente perceptível.

Com a possibilidade do utilizador utilizar as páginas 2 e 3 como uma só página, optou-se por não identificar as páginas no documento impresso e por utilizar apenas uma vez o nome e o logotipo no topo da página.

Na última página aparece uma imagem do produto com a luz ligada, e com a indicação de que será seguro ligar o interruptor. Foi pedido que colocasse uma informação no fundo da página junto aos dados da empresa, com o seguinte texto:

“São rejeitadas todas as responsabilidades por defeito ou danos provocados por montagem incorreta da luminária; incorreta alimentação e agentes externos.”

Uma vez que a montagem dos equipamentos e a preparação do espaço para os receber não são responsabilidade da empresa.

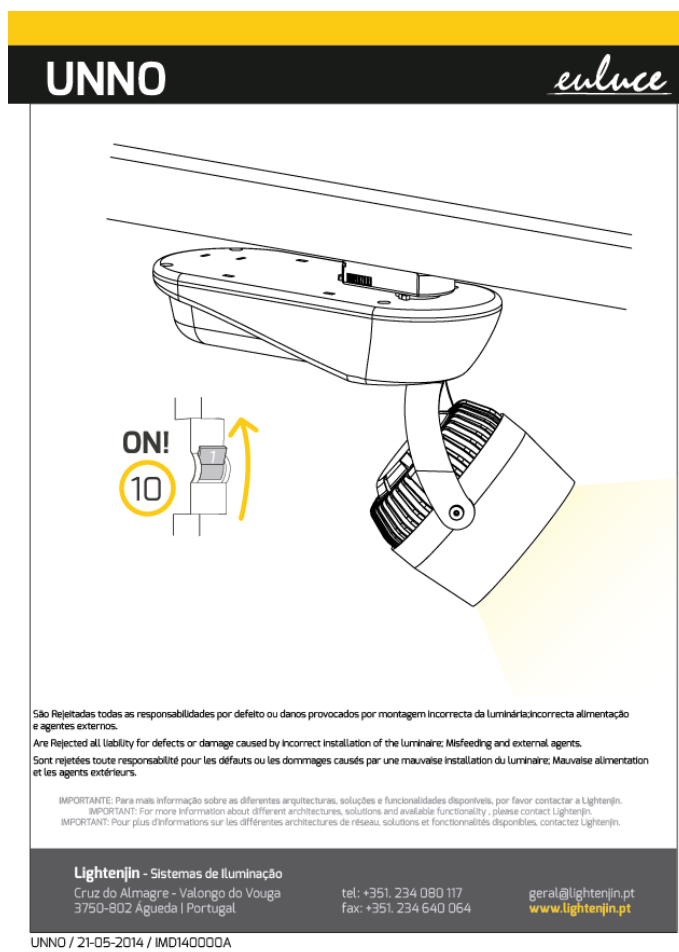


Ilustração 151 - Manual de instruções UNNO página 4

O manual de instruções completo encontra-se em anexo.

Cálculo dos custos

Foram calculados os custos do produto e foi definido o preço de tabela e o preço mínimo de venda.

N/ Código	Componentes	QTD	Preços (unitário)	Preço Total
CP.4.01.001.27	Refletor Angelina	1	3,08 €	3,08 €
CP.1.22.001.00	SPARS-CM012-001	1	9,10 €	9,10 €
CP.1.23.001.04	Dissipador HP30S-CALBL-001	1	5,14 €	5,14 €
CP.1.02.003.00	Cabo ligação WALLS-C4600-001	1	0,61 €	0,61 €
CP.4.99.001.03	Ligador LED-Refletor	1	0,42 €	0,42 €
CP.1.09.002.04	Manga Expansível XBFX-05 - NG	0,45	0,53 €	0,24 €
CP.1.02.001.07	Fio PU 0.5 VM	0,515	0,08 €	0,04 €
CP.1.02.001.04	Fio PU 0.5 PT	0,45	0,08 €	0,04 €
CP.1.02.004.12	Fio FV 1,5mm azul	0,1	0,17 €	0,02 €
CP.1.02.004.04	Fio FV 1,5mm preto	0,1	0,17 €	0,02 €
CP.1.02.004.28	Fio FV 1,5mm verde/amarelo	0,1	0,17 €	0,02 €
CP.1.14.003.00	Terminal isolado ponteira curta 1,5mm2 -	3	0,01 €	0,02 €
CP.1.17.004.17	STARK SLE G3 19 3000 830 CLA	1	12,74 €	12,74 €
CP.1.21.001.00	Driver FAN	1	3,12 €	3,12 €
CP.1.01.003.00	LCI 35w 900-1750 mA TOP C	1	11,44 €	11,44 €
CP.1.18.001.04	Adaptador Global XTSA 68	1	4,23 €	4,23 €
-	Aluminium Nippel	1	0,65 €	0,65 €
SC.2.00.001.04	Corpo principal UNNO	1	0,52 €	0,52 €
SC.2.00.002.04	Tampa inferior UNNO	1	0,26 €	0,26 €
SC.2.00.003.04	Tampa superior UNNO	1	0,39 €	0,39 €
CP.2.02.003.00	Braço Rotação	1	1,89 €	1,89 €
CP.2.02.002.00	Copo repuxado	1	4,16 €	4,16 €
Serviços	Maquinação Dissipador (4 furos e roscas)	1	1,30 €	1,30 €
CP.0.04.002.00	Porca M10 latão	2	0,21 €	0,42 €
CP.0.00.001.21	Pf.Agl. C. Cil. PZ PCL232 Aço Zn 3x5x10	4	0,01 €	0,02 €
CP.0.00.003.21	Parafusos cabeça de queijo M3x10	2	0,01 €	0,01 €
CP.0.00.002.16	Pf.C.Q.Ph DIN7985/ISO7045 Fe Niq M2,5x8	4	0,01 €	0,04 €
CP.0.02.004.00	Pernos M3x16	3	0,02 €	0,06 €
CP.0.03.001.21	Anilha Recartilhada Ext DIN6798A Aço Zn (M3)	2	0,04 €	0,07 €
CP.0.02.002.00	Pernos M3x6	1	0,05 €	0,05 €
CP.0.03.002.21	Anilhas Mola M10	2	0,01 €	0,02 €
CP.0.04.003.04	Porcas nylon M3	2	0,13 €	0,26 €
-	Etiqueta	1	0,03 €	0,03 €
-	Manual de Montagem	1	0,12 €	0,12 €
CP.7.02.001.00	Embalagem	1	0,30 €	0,30 €
-	Autocolante	1	0,33 €	0,33 €
-	Mão-de-obra	1	1,58 €	1,58 €
			Preço Custo →	62,71 €
			Perdas avarias e reposições - 3%	1,88 €
			Transporte - 3%	1,88 €
			Despesas administrativas - 18%	13,77 €
				80,24 €
			Preço mínimo de venda	90,00 €
			Preço de Tabela	155,00 €

Tabela 9 - Custos do UNNO

Ao analisar a tabela é possível verificar que o preço mínimo de venda de um projetor UNNO será de 90€ e o seu preço de tabela 155€.

Com a análise desta tabela e das tabelas de orçamentação é possível ver as melhorias do produto a nível de preço. Apenas com a alteração de material de construção da carcaça, de metal (2,98€) para plástico (1,17€) verificou-se uma poupança de 1,81€. Isto sem contabilizar os processos de acabamento necessários para a carcaça metálica que a carcaça plástica não necessita.

Produção

A produção é feita por encomenda, evitando assim ter componentes e produtos acabados em armazém.

A produção da primeira série teve início em 14 de Março de 2014.



Ilustração 152 - Produção da primeira série



Ilustração 153 - Produto na embalagem

As imagens abaixo mostram o ambiente da produção, e a expedição de projetores UNNO.



Ilustração 154 - Produto em ambiente de produção

Produto final

Descrição do produto

O equipamento UNNO foi desenhado para preencher as diversas lacunas impostas pelas diferentes soluções de iluminação disponibilizadas atualmente no mercado, combinando simultaneamente elevados níveis de eficiência energética, desempenho e um custo competitivo.

A sua elevada eficácia e vida útil fazem do UNNO o equipamento adequado para a iluminação de destaque em espaços comerciais. Próprio para aplicação em calha eletrificada trifásica, saliente ou embutida, resulta numa solução fácil de instalar e com reduzidos custos de exploração.



Ilustração 155 - UNNO branco

O projetor UNNO ficou com um peso final de 820gr, em comparação com o conceito de caixa metálica o produto pesa menos 500gr. O que representa uma mais valia para o equipamento, uma vez que este encaixa na calha eletrificada verticalmente, e fica suspenso.

A embalagem tem um peso de 250gr, ficando assim a embalagem final com dois projetores com um peso de 1890gr.

Como especificações do produto o UNNO apresenta:

Especificações Fotométricas				
Versões	HB		LB	
Temperatura de cor	3000k	4000k	3000k	4000k
Fluxo luminoso	2876lm	3196lm	1713lm	1903lm
Eficácia do sistema (*)	76 lm/W	84 lm/W	86 lm/W	95 lm/W

Especificações Elétricas	
Tensão de entrada	198-264V AC
Frequência	50/60 Hz
Corrente de entrada	166 mAAC
Potência de entrada	38,2 W
Fator de potência	> 0.90
Distorção harmónica	< 10%

Tabela 10 - Especificações fotométricas e elétricas UNNO

Nas versões HB e LB do projetor a diferença está na intensidade de luz do LED.

HB, do inglês High Brightness, indica a alta intensidade e brilho da luz emitida pelo LED.

LB, do inglês Low Brightness, indica uma luz de menor intensidade e brilho, emitida pelo LED.

Especificações de ligação	
Ligação	Calha elétrica trifásica GLOBAL Trac PRO
Interface	Normal (rede) / DALI (rede+DALI)
Sistema de fixação	Adaptador p/ calha eletrificada trifásica GLOBAL TRAC PRO

Tabela 11 - Especificações de ligação UNNO

Diagrama polar			
Spot	Medium		Wide
23°	38°		51°

Especificações gerais			
Cor	Branco e Preto	Preto	Personalizável e preto
Peso	820 gr		
Embalagem (2 unidades)	1890 gr		
IP	20		

Tabela 12 - Especificações gerais UNNO

Com a colocação do vidro no projetor este aumenta o seu IP para IP23.

O projetor UNNO da Euluce apenas é produzido por encomenda e cumprindo as especificações estabelecidas para uma das versões.



Ilustração 156 – UNNO branco

Desenhos mecânicos

Os desenhos abaixo permitem demonstrar os limites de rotação do projetor e os limites dimensionais gerais do projetor.

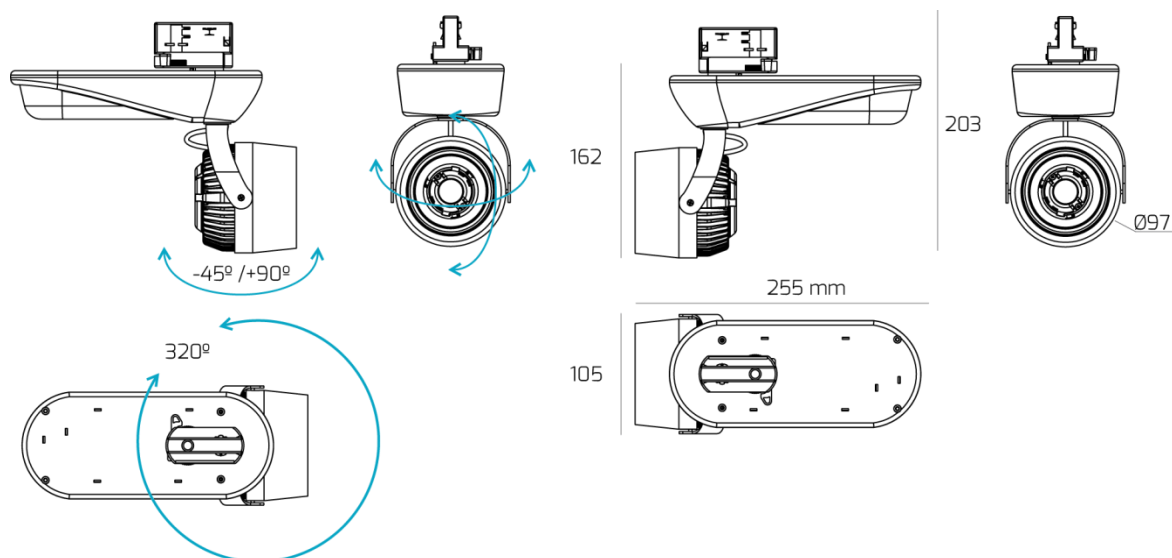


Ilustração 157 - Limites dimensionais UNNO

Produto em utilização

As fotografias abaixo, mostram o UNNO em diferentes ambientes reais, em espaços comerciais. É possível identificar algumas diferenças na iluminação, como a zona de padaria, e zona dos produtos frescos.



Ilustração 158 - Aplicação na secção da higiene e cosmética



Ilustração 159 - Aplicação na secção da padaria



Ilustração 160 - Aplicação na secção dos frescos

Vendas

O UNNO entrou no mercado no dia 18 de Março de 2014, num hipermercado em Portimão, com a venda de 55 projetores.

Desde essa data a sua divulgação e expansão não parou, e o UNNO já chegou a hipermercados e lojas em todo o país e até já ultrapassou fronteiras, e foi vendido no Luxemburgo.

A projeção de vendas para o primeiro ano era de 6000 unidades, mas o UNNO apresentou-se de tal forma competitivo que rapidamente ultrapassou esse valor, e conta já com cerca de 13000 unidades vendidas.

Na Imagem 161 é apresentado um mapa onde é visível a expansão do UNNO e as zonas do país onde é possível encontra-lo. A seta que sai dos limites do país representa a sua venda no Luxemburgo, onde este está a ser divulgado e, onde é possível que as vendas cresçam.

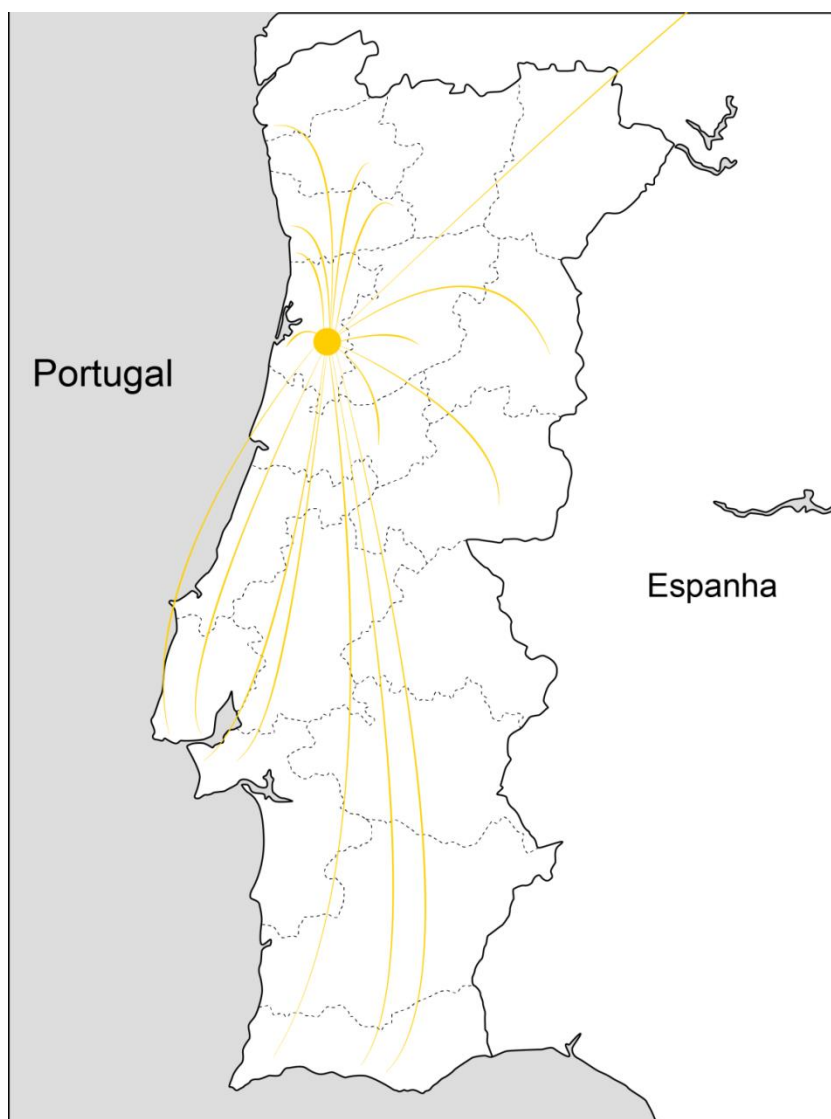


Ilustração 161 - mapa de vendas UNNO

Conclusões do Projeto UNNO

Como este projeto foi o primeiro da empresa em nome da sua nova marca, e foi criado de raiz, sem nenhum modelo base, foi um grande desafio para mim, uma vez que estive envolvido em todos os seus parâmetros. No entanto o grau de liberdade que me foi confiado na sua conceção foi gratificante e permitiu-me uma entrega entusiasta

O principal objetivo deste projeto culminava na produção do projetor. Todo o âmbito do processo de desenvolvimento presente no projeto e descrito neste relatório foram baseados nesse objetivo específico. Após 5 meses de investigação e desenvolvimento esse objetivo foi cumprido

A participação neste projeto permitiu-me evoluir em diversos níveis.

Desenvolvi as minhas capacidades de comunicação e interação em meio empresarial, participando de reuniões e encontros com fornecedores e colaboradores.

Dado ao curto prazo de desenvolvimento do projeto, aperfeiçoei técnicas de seleção de componentes, de testar produtos e identificar problemas em tempo exíguo e aprendi a lidar com a pressão dos prazos de entrega.

Com o acompanhamento do produto durante as várias fases dentro da empresa, desde a ideologia até à produção, aprendi novas técnicas e processos, e a secção da montagem do produto ajudou-me a conseguir projetar um produto mais simples e viável, e a prestar atenção a aspetos de sustentabilidade empresarial.

Denoto ainda uma grande melhoria nas minhas capacidades de desenho gráfico, adquiridas na conceção da linguagem para a documentação dos produtos da empresa e da sua nova marca. Com a criação dos manuais de instruções pude ainda interpretar o papel de instalador e utilizador do produto, o que me deu a sua total e global visão.

Este projeto ficou assim concluído para as tarefas das quais fui destinatário, mas não é um projeto encerrado. O projeto não só cumpriu os objetivos, como os ultrapassou, mostrando ser uma boa aposta e um bom recurso para a empresa.

Trabalhos futuros

Com a finalização do meu estágio na empresa todos os aspetos do projeto foram delegados ao Eng. José Mota.

O projeto ficou em fase de produção, porém existem algumas melhorias que devem ser implementadas e acompanhadas.

Algumas das melhorias ou atualizações do produto estão já agendadas, como a atualização do LED para uma gama mais eficiente, um LED da mesma família do atual utilizado, mas de 4ª geração, mais eficiente, e que estava em desenvolvimento aquando da data de finalização do projeto. Este novo LED pode ser implementado no produto assim que saia para o mercado, não implicando mudanças em mais nenhum componente.

Também já estava programada a alteração do dissipador, para a utilização de um dissipador passivo, de desenho interno. Este dissipador será desenhado e produzido de forma a poder ser utilizado em diversos produtos da marca, e não deverá implicar mudanças em mais nenhum componente. No caso do uso de um dissipador passivo a única mudança a incutir no projetor deverá ser a exclusão do controlador de ventilação, que não implica nenhuma alteração aos restantes componentes.

Outras alterações a aplicar brevemente ao produto são a produção do copo de remate e do braço de rotação em plástico, á semelhança dos outros componentes externos do UNNO. Garantindo uma maior conformidade ao projeto e ao produto.

Até ao momento ainda não foi vendido nenhum projetor com o vidro opcional que lhe confere um IP superior, mas esta opção pode ainda ser melhorada, por isso, um processo futuro a desenvolver no projetor poderá ser a sua apropriação para um maior IP para uma mais variada gama de aplicações.

Com o avançar do projeto e a justificação do investimento está em ponderação ainda uma maior versatilidade por parte do projetor. Em encomendas que justifiquem o investimento o cliente poderá escolher uma nova cor para o projetor, e ainda a possibilidade de gravar alguma informação na tampa móvel da carcaça do projetor. Uma vez que este componente é feito em duplicado num molde à parte, este molde pode incluir um postigo que permita esta personalização.

ELEMENTARE

Project brief

Design e desenvolvimento de um projetor de embutir (downlight) com tecnologia LED, para aplicar em tetos falsos, de baixo custo, com a finalidade de criar conforto visual, deverá ser aplicado na generalidade dos espaços, amplos ou limitados.

Tem como mercado alvo principal, espaços públicos, lojas, museus, hipermercados. Como mercado secundário deverá ser integrado no sector doméstico.

Uma vez que a finalidade do projetor é dar conforto visual na generalidade dos espaços, e dado que estes possuem diferentes características é necessário haver uma modularidade interna de componentes do projetor.

Quanto aos LED, a modularidade neste componente é a que apresenta maior importância, pois pretende-se uma solução globalizada.

Refletor – neste componente as modalidades a praticar dependem do foco que se pretende dar ao feixe de luz:

- a. Spot – com uma abertura de feixe entre 10° e 15°.
- b. Medium – com uma abertura de feixe entre 20° e 25°.
- c. Wide – com uma abertura de feixe superior a 45°.
- d. Assimétrico – com uma abertura de feixe direcionada. (opcional)

Dissipador – este deverá ser modular como opção e apenas se existirem soluções de mercado, o desenho deverá permitir utilizar dissipador passivo ou ativo.

Para este projeto foi feita uma estimativa de cota de mercado, para referência em casos de orçamentação ou de seleção de componentes, processos e materiais. Assim o valor indicado foi o de 3000 unidades por ano.

O furo do teto deverá ter 125 mm de diâmetro.

Este projeto teve um carácter de urgência, para cumprir os prazos de entrega propostos por um cliente da empresa.

Análise de mercado

Foi realizada uma análise de mercado, de forma a encontrar um produto concorrente que apresentasse características semelhantes ao produto a desenvolver.

O estudo de mercado foi realizado em parceria com o Eng. José Mota.

Produto concorrente

Phillips – Coreline downlight

Após uma análise concluímos que o produto que mais se aproximava ao que se pretende desenvolver é o downlight da linha Coreline, da marca Philips (ilustração 162). A linha Coreline foi introduzida no mercado como uma gama de soluções de baixo custo.

O downlight apresenta as seguintes características:

- Corpo em alumínio injetado, incluindo refletor
- LED 2000 lm
- Eficiência 80lm/W
- Potencia 24W
- Vida útil 50000 horas
- Preço médio - 77,35€



Ilustração 162 - Downlight Coreline

Pré-conceito

No âmbito do projeto de criação de um Downlight de encastrar, foi necessário analisar os componentes utilizados para construção do produto e o ambiente em que este é instalado.

Concluiu-se que este produto será instalado num furo previamente feito, com uma medida pré-definida, pelo fabricante. A fonte de alimentação, em grande parte dos casos estudados, apresenta-se separada do corpo principal. O local de utilização do equipamento apresenta uma temperatura superior à do ambiente e verifica uma grande quantidade de pó. Desta forma, no caso de o dissipador ser passivo, este deverá apresentar uma maior volumetria de modo a tornar o produto eficiente.

Arquitetura

A arquitetura tipo destes produtos (ilustração 163) apresenta a seguinte forma, um dissipador passivo (vermelho) de elevada dimensão, para a potência pretendida. Deverá haver um corpo principal (verde translúcido) que faz a ligação entre os componentes, este componente possui algum sistema de fixação ao teto, normalmente molas (verde), deverá existir algum componente (azul claro) que faça o bloqueio dos restantes componentes.

O LED está representado a azul-escuro, o refletor está representado a amarelo e a fonte de alimentação está representada a roxo.

Para montar este tipo de equipamento, o furo deve estar previamente feito, são realizadas as ligações na fonte de alimentação, esta é posicionada no teto, e por fim introduz-se as molas no furo para que estas suportem o peso do produto no teto.

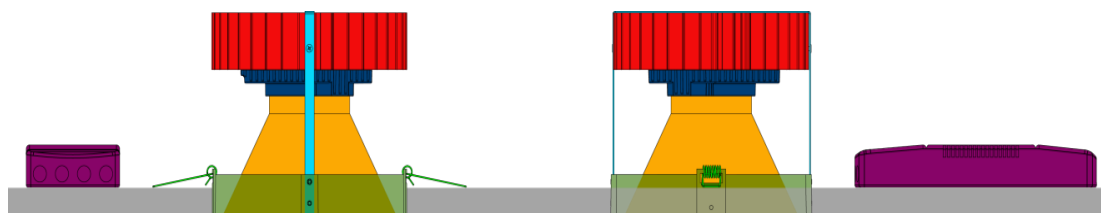


Ilustração 163 – Arquitetura base

Seleção de componentes

Como este projeto tem o objetivo de ser o mais económico possível a nível de construção, foram aproveitados alguns componentes do produto anteriormente desenhado, o UNNO, de forma a conseguir encomendar maiores quantidades de matéria-prima, baixando dessa forma o preço da mesma. Foram analisados todos os componentes anteriores de forma a detetar compatibilidades com o novo projeto.

Refletor

A família de refletores utilizada no projetor UNNO, devido ao seu reduzido diâmetro não poderá ser utilizada neste projeto. Foi então analisado o catálogo de forma a identificar uma família de refletores que poderia preencher os requisitos apresentados no Project Brief.

A família selecionada foi a LENA, do mesmo fornecedor, a Ledil, com um diâmetro de 111mm e com uma altura de 85,4mm. Responde a todas as características pedidas pelo Project Brief, esta família possui refletores com aberturas de 14°, 23°, 49° e assimétrica.

Apesar de apresentar todas as condições requeridas, a família não possui um modelo com compatibilidade para o LED, utilizado no projeto anterior. Desta forma será necessário selecionar um LED de outra marca.



Ilustração 164 - Refletor LENA

LED

A seleção do LED foi realizada pelo Eng. José Mota, o LED selecionado foi o Philips LUXEON CoB 1208 (ilustração 165).

As características deste LED, são muito idênticas ao utilizado no projeto anterior. Diferenciando-se apenas no sistema de encaixe utilizado. Podendo deste modo ser utilizado com o refletor escolhido.



Ilustração 165 - Philips LUXEON CoB 1208

O modo de funcionamento escolhido para o LED foi o LHC1-2780-1208, sendo assim ele trabalhará com as seguintes especificidades:

- Fluxo luminoso a 25°C – 3400 lm
- Fluxo luminoso a 65°C – 3050 lm
- Consumo – 35,5W
- Eficiência luminosa a 25°C – 96 lm/W
- Eficiência luminosa a 65°C – 86 lm/W

Fonte de alimentação

Dado que este novo LED selecionado apresenta as mesmas características que o LED utilizado no projeto anterior a fonte utilizada será muito semelhante.

A fonte será utilizada num ambiente diferente do anterior, como tal deverá possuir um nível de proteção extra. A fonte selecionada foi a LCI 35W 350mA–900mA TOP SR (ilustração 166), o componente eletrónico é exatamente igual à anterior, a diferença está na caixa exterior, a nova caixa possui uma proteção para as ligações elétricas.

- Equipamento de controlo LED de corrente constante
- Saída LED com dispositivos de comando
- Tempo de vida útil de 100.000 horas
- Corrente de saída ajustável entre 350-900 mA
- Potência Max. de saída de 35W
- 5 Anos de garantia
- Tensão de saída 38.0V



Ilustração 166 - LCI 35W 350mA–900mA TOP SR

Controlador do ventilador

Será necessário utilizar um controlador para o ventilador, devido às semelhanças os componentes dos dois projetos, será utilizado o mesmo controlador usado no UNNO. O controlador ficará alojado na caixa da fonte de alimentação. O controlador será o LCF 12V FAN DRIVER.

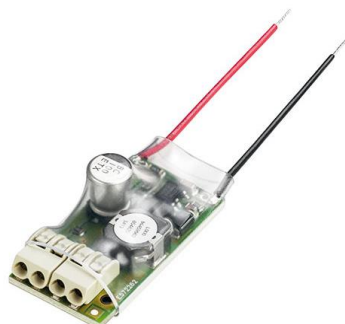


Ilustração 167 - LCF 12V FAN DRIVER

Mola

Foi contactada uma empresa local que produz todo o tipo de molas, agendou-se uma visita à empresa e foram recolhidas junto do representante várias amostras de molas, de forma a realizar alguns ensaios. Devido ao requerimento de baixos custos para o produto, a mola selecionada deverá ser de catálogo e não construída por medida.

A seleção da mola encontra-se dependente de outros componentes e só poderá ser validada por experimentação em ensaios físicos, ficando assim adiada para uma fase posterior.

As amostras recolhidas junto do fabricante serão incluídas nos protótipos e servirão para a realização de testes e ensaios ao produto.



Ilustração 168 - Mola de fixação

Dissipador

Foi equacionado desenvolver um dissipador secundário para o downlight, no caso de ser necessário dissipar uma maior potência, devido à elevada temperatura ambiente. Como o downlight deverá operar numa zona onde existe um grande quantidade de pó, e de temperaturas elevadas, será necessário realizar ensaios térmicos de forma a validar as escolhas.

O dissipador primário será o mesmo utilizado no projeto UNNO. O dissipador PAR30 LED Cooler 40W, que utiliza o ventilador Zflow65, e tem uma capacidade de dissipação de 1.0 °C/W.

O dissipador secundário será um produto da mesma marca, porém com uma potência de dissipação superior. O Spotlight LED Heatsink 60W (ilustração 169), que utiliza o ventilador Zflow90, tem uma capacidade de dissipação de 0.5 °C/W, 118mm de diâmetro e 42mm de altura.



Ilustração 169 - Spotlight LED Heatsink 60W

O dissipador secundário apresenta o dobro da capacidade de dissipação, mas o preço de aquisição é mais elevado, e só será utilizado caso o primário não seja validado nos ensaios.

Conceitos

Os conceitos foram desenvolvidos no Adobe Illustrator, foram utilizados os desenhos técnicos dos componentes internos como base de desenho.

Em todos os conceitos foram identificados com a cor azul, as zonas que fazem o bloqueio dos componentes principais, grupo ótico e dissipador, no corpo principal, e a verde a zona onde deverão encaixar as molas.

O corpo principal apresenta-se sempre a cinzento. Este componente faz o suporte da parte não visível do produto, encastrada, e dá acabamento à parte visível do produto, aro de remate.

Os conceitos a desenvolver têm de dar resposta a três funções essenciais definidas para o produto, este terá de ter um componente de suporte para o grupo ótico do equipamento, que faça simultaneamente a transição entre a parte interior (encastrada) e a parte exterior (visível) do equipamento. O equipamento deve possuir um método de fixação ao teto. O equipamento deve apresentar-se como um produto único, compacto.

Conceito 1

No conceito 1 foquei-me nos três principais componentes do produto, um componente de suporte para o grupo ótico e transição entre interior e exterior do equipamento, um componente que permita a fixação do equipamento ao teto, e o componente que permita a fixação do equipamento como um todo.

Assim o conceito 1 consiste num corpo principal (representado a cinza), onde assenta o grupo ótico, que virá a ser produzido por injeção de material metálico ou plástico.

Neste corpo principal serão adaptados os componentes (a verde) para aplicação de molas que fixarão o equipamento ao teto.

Representados a azul estão ainda duas peças que permitirão a fixação do componente como um todo, estas peças fixam o grupo ótico ao componente de transição (interior/exterior) e o equipamento passa assim a ser uma peça única.

Com a idealização deste conceito supunha uma poupança de processos pois apenas teriam de ser produzidos três componentes diferentes. E a sua montagem seria faseada e simples.

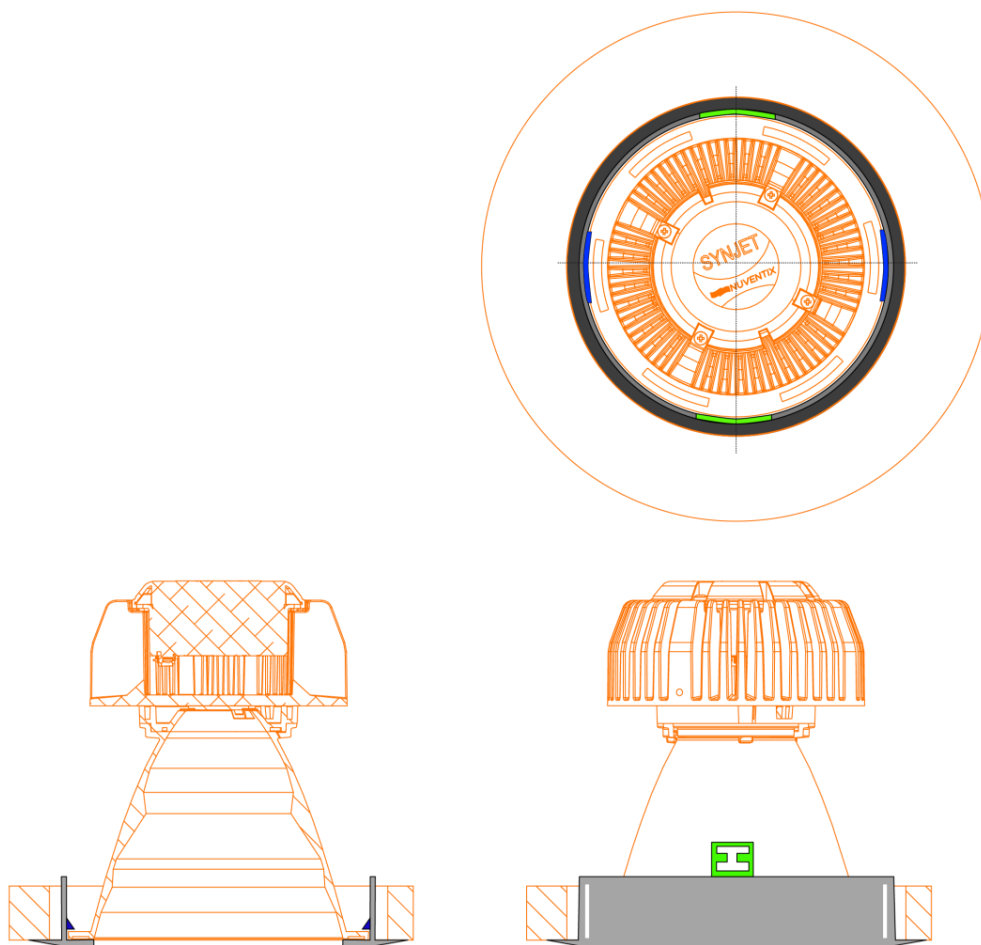


Ilustração 170 - ELEMENTARE Conceito 1

Conceito 2

O conceito parte das três mesmas funções identificadas como essenciais para o equipamento.

O conceito 2 consiste igualmente num corpo principal, injetado em plástico ou metal.

Foi idealizado um componente de fixação (a verde) que permitisse as duas funções de fixação exigidas para o produto. Este componente seria construído em chapa metálica e encaixaria no corpo principal, por um sistema tipo gaveta. Neste componente seriam montadas as molas que permitam a fixação ao teto. E, posteriormente seriam acoplados uns pernos (representados a azul) que permitam a unificação do equipamento.

Apresenta a vantagem de poder ser injetado sem movimentos, e apenas com um componente de fabrico extra.

Apresenta as desvantagens de ser necessário realizar uma furação em cada lado do dissipador e do corpo principal, de forma a poderem ser aparafusados os pernos.

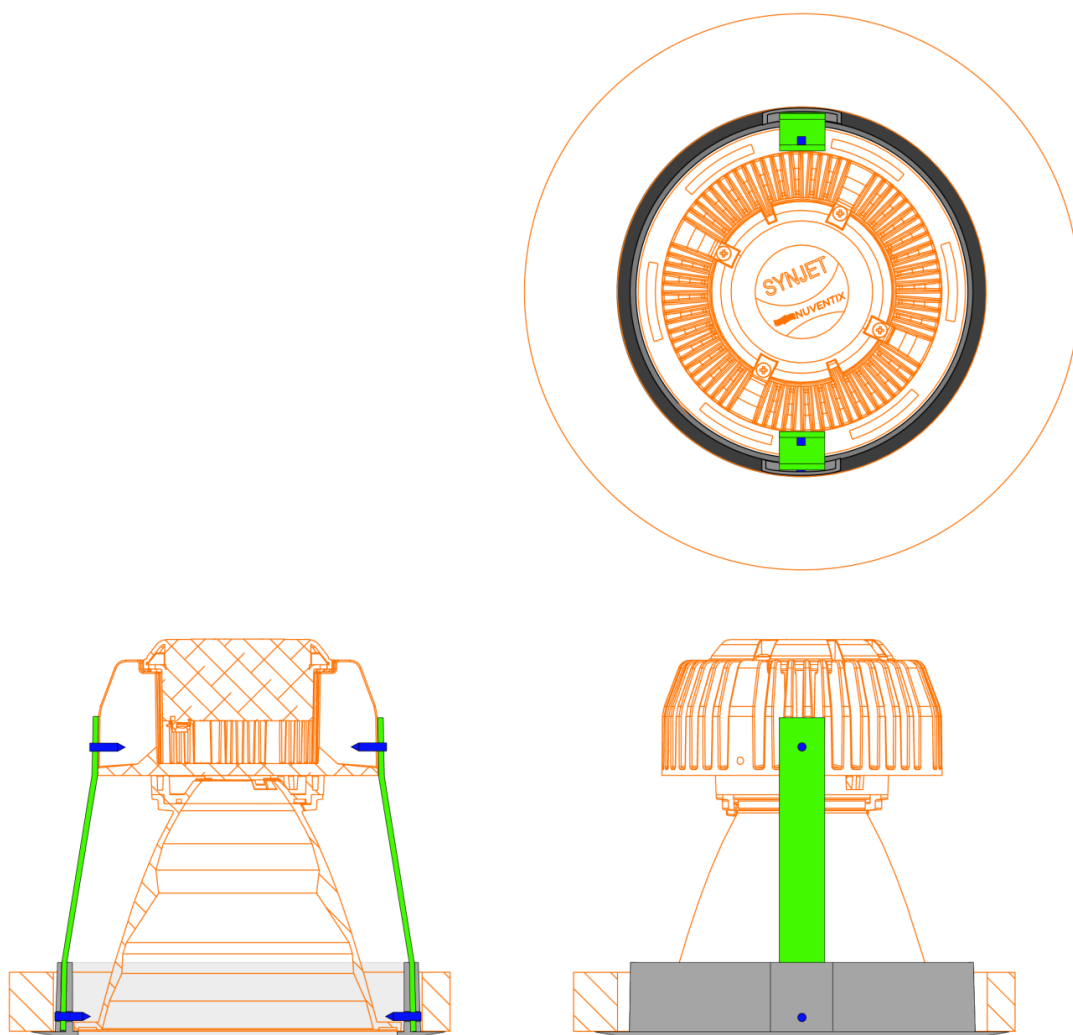


Ilustração 171 - ELEMENTARE conceito 2

Conceito 3

À semelhança dos dois conceitos anteriores o conceito 3 foca-se nas três principais funções indicadas para o equipamento. Conjugando um pouco os dois conceitos pensei na redução dos componentes.

No conceito 3 o corpo principal será injetado em plástico, ou em alumínio.

O componente representado a verde será construído através de uma estampagem, este será responsável por receber as molas e por fazer a fixação dos componentes internos. O componente será inserido à pressão nuns rasgos do corpo principal, ficando fixo devido ao aperto entre os componentes.

Apresenta as vantagens de poder receber um vidro caso seja necessário, pois é possível ajustar a altura do aperto, e ainda a vantagem de um único componente extra fazer a fixação de todos os componentes e receber a mola para fixação ao teto.

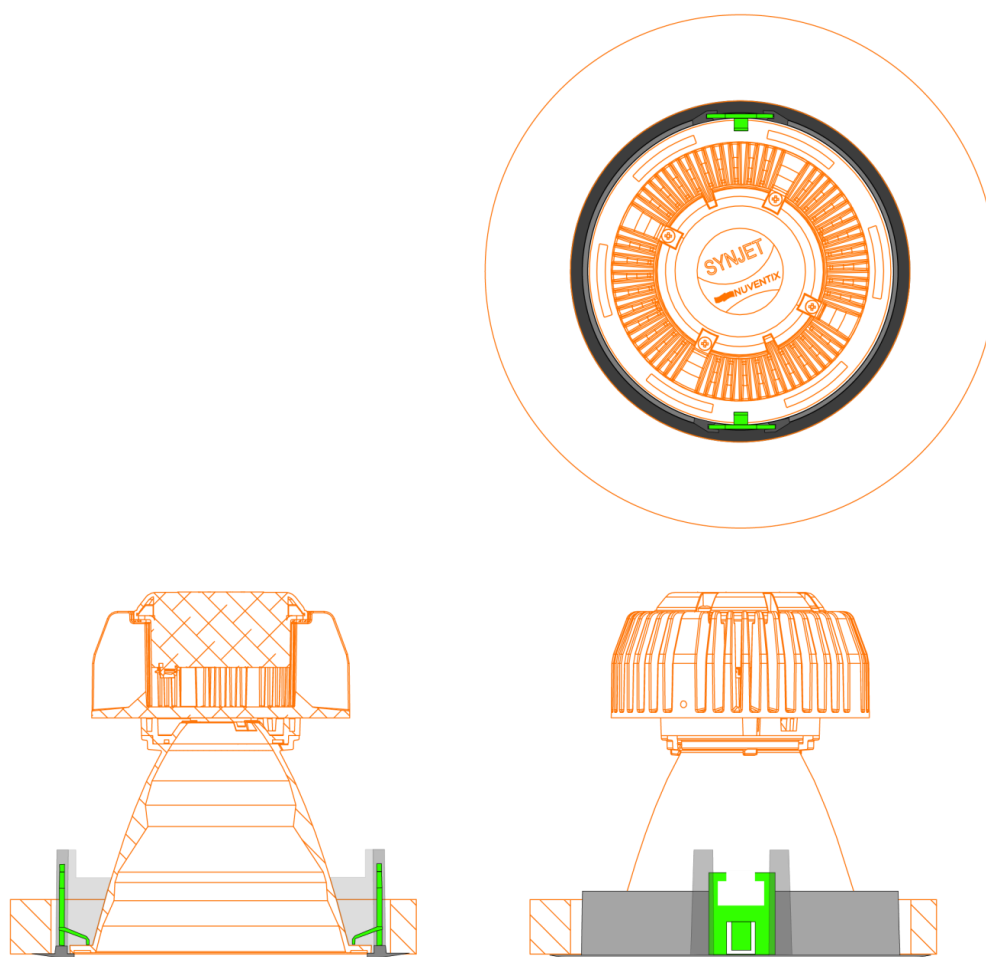


Ilustração 172 - ELEMENTARE CONCEITO 3

Seleção de conceitos

A seleção de conceito foi realizada pelo Eng. José Mota, o conceito escolhido foi o conceito 3, por apresentar a solução de construção mais viável e que permite uma montagem com menos componentes e mais rápida.

Modelação 3D

Para dar início à modelação 3D foi necessário modelar todos os componentes de mercado que o produto utiliza. Grande parte dos fabricantes, disponibilizaram os ficheiros CAD dos componentes.

A modelação foi realizada no SolidWorks 2014 Premium.

Na modelação foram realizadas duas montagens, tendo em conta as diferenças dos dissipadores.

Fotorrealismo

Os fotorrealismos foram realizados no Photoview, programa que está integrado no SolidWorks.

O seguinte fotorrealismo pretende mostrar o produto de um ponto de vista exterior, aquilo que o utilizador vê, e ainda do seu aspeto no interior do teto.



Ilustração 173 - Fotorrealismo 1

A ilustração 174 pretende ilustrar o produto em utilização, com uma vista em corte. Permitindo uma melhor visualização do produto em utilização e da sua volumetria.

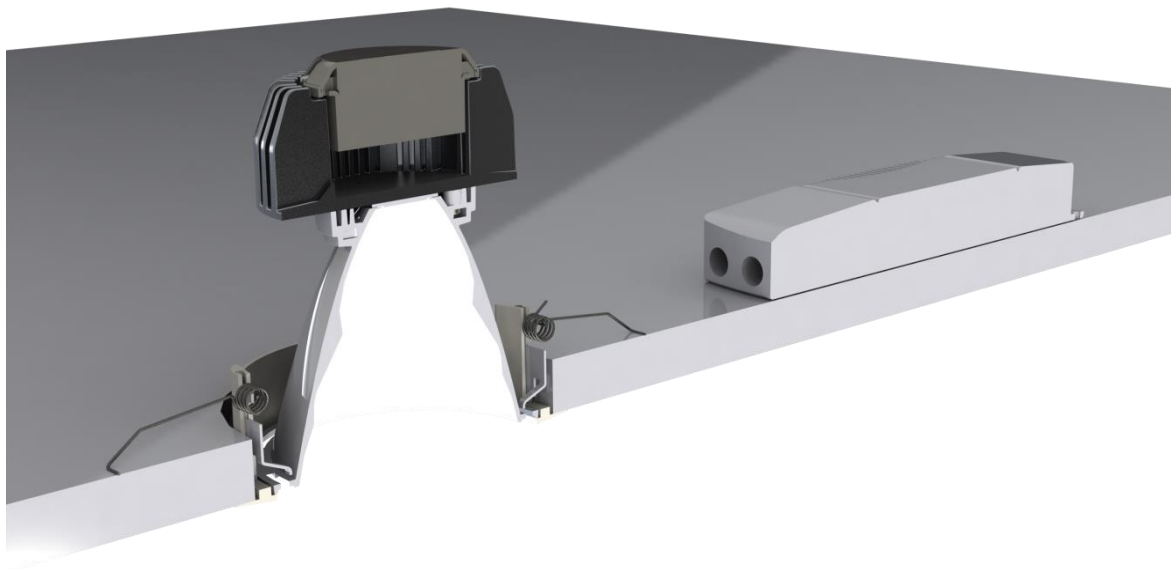


Ilustração 174 - Fotorrealismo 2

Detalhe e construção

Neste tópico exponho todos os cuidados e pontos abordados para a preparação do produto para a produção.

Vista explodida

A vista explodida permite uma melhor identificação dos componentes do produto e da sua interação. Os componentes obtidos por subcontratação de outras empresas e seus serviços estão representados a vermelho, e os componentes de mercado estão representados a azul.

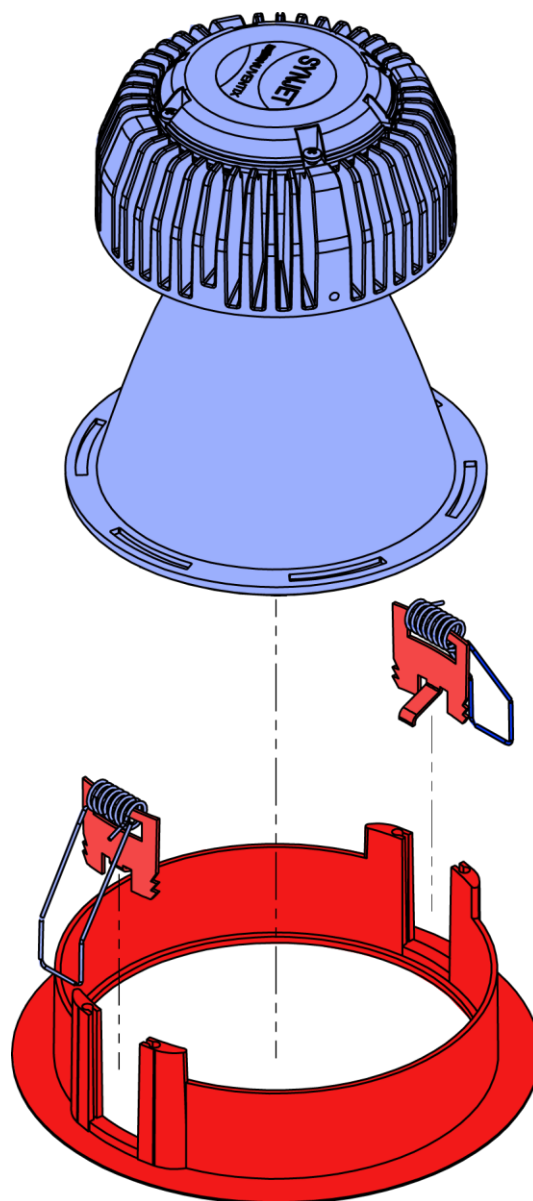


Ilustração 175 - Vista explodida ELEMENTARE

Analise draft

Foi realizada uma análise draft, com o auxílio do Draft analisys do SolidWorks, de forma a identificar possíveis problemas na injeção do corpo principal

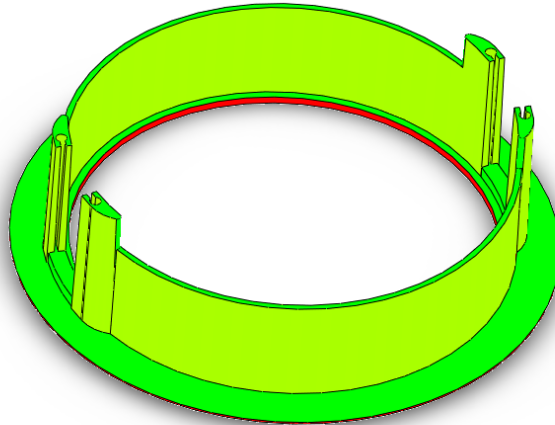


Ilustração 176 – Analise Draft

Diagrama elétrico

O diagrama elétrico apresenta-se igual ao do projeto anterior. Não só os componentes são iguais ou semelhantes como as suas funções e ligações são também idênticas.

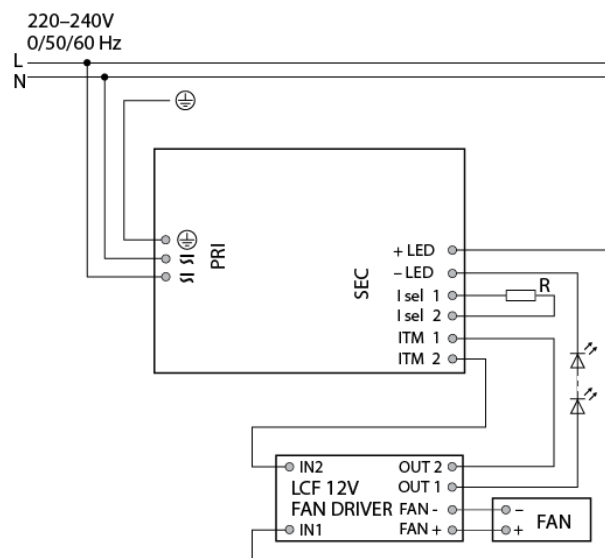


Ilustração 177 - Diagrama elétrico ELEMENTARE

Patilha de suporte

A patilha de suporte (ilustração 178) foi desenhada para ser construída através de uma estampagem, de folha de aço inox com 1mm de espessura.

Possui um conjunto de dentes laterais, que fará com que, quando introduzida por pressão no corpo principal, estes se cravem no material do corpo, permitindo uma mais difícil remoção da patilha. A patilha recebe a mola no corte superior da peça. Esta faz ainda o bloqueio do refletor, que por sua vez bloqueia os restantes componentes. O bloqueio do refletor é feito através da saliência na chapa.

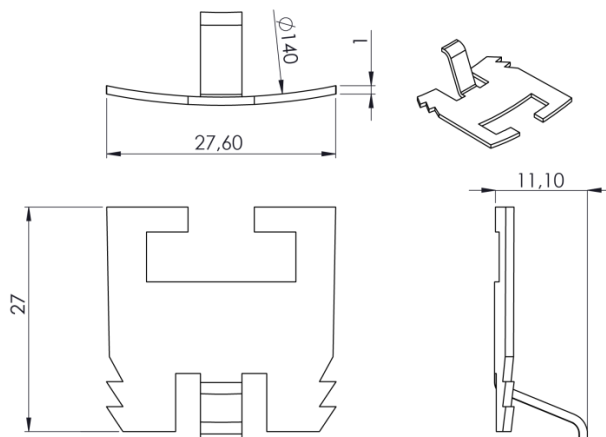


Ilustração 178 - Patilha de suporte

Mola

Durante o desenho da patilha foi selecionada a mola, apresentada na ilustração 179, esta mola foi selecionada pela forma de fixar e pela carga que suporta, perto de 5kgs, segundo o fabricante. O que se adequa às especificações do produto e do projeto. A mola permitiu ainda o dimensionamento correto da patilha.

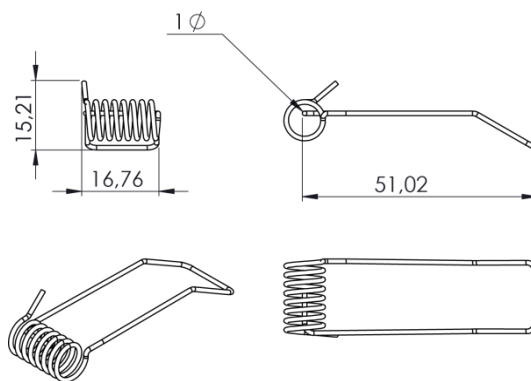


Ilustração 179 - Mola selecionada

Aro de remate

Com a evolução do projeto definiu-se o material de construção para o corpo principal. Este será injetado em plástico ABS, o mesmo utilizado nos componentes plásticos do UNNO, não só pelas características que apresenta, como também por forma a diminuir os custos com a matéria-prima. Este componente adquiriu também o nome final de componente, sendo identificado como aro de remate.

Encaixe no teto

O aro de remate, quando encastrado no teto fica, com uma parte exposta no exterior, com a forma de um disco. O disco exterior devido à sua espessura cria uma sombra em seu redor. Esta sombra penaliza o aspeto estético do equipamento bem como é prejudicial à sua função de iluminação, deste modo é essencial a eliminação ou diminuição desta sombra. Para tal foi dada ao disco uma forma cônica (ilustração 180), reduzindo assim a área de sombra visível quando o equipamento é encastrado no teto.

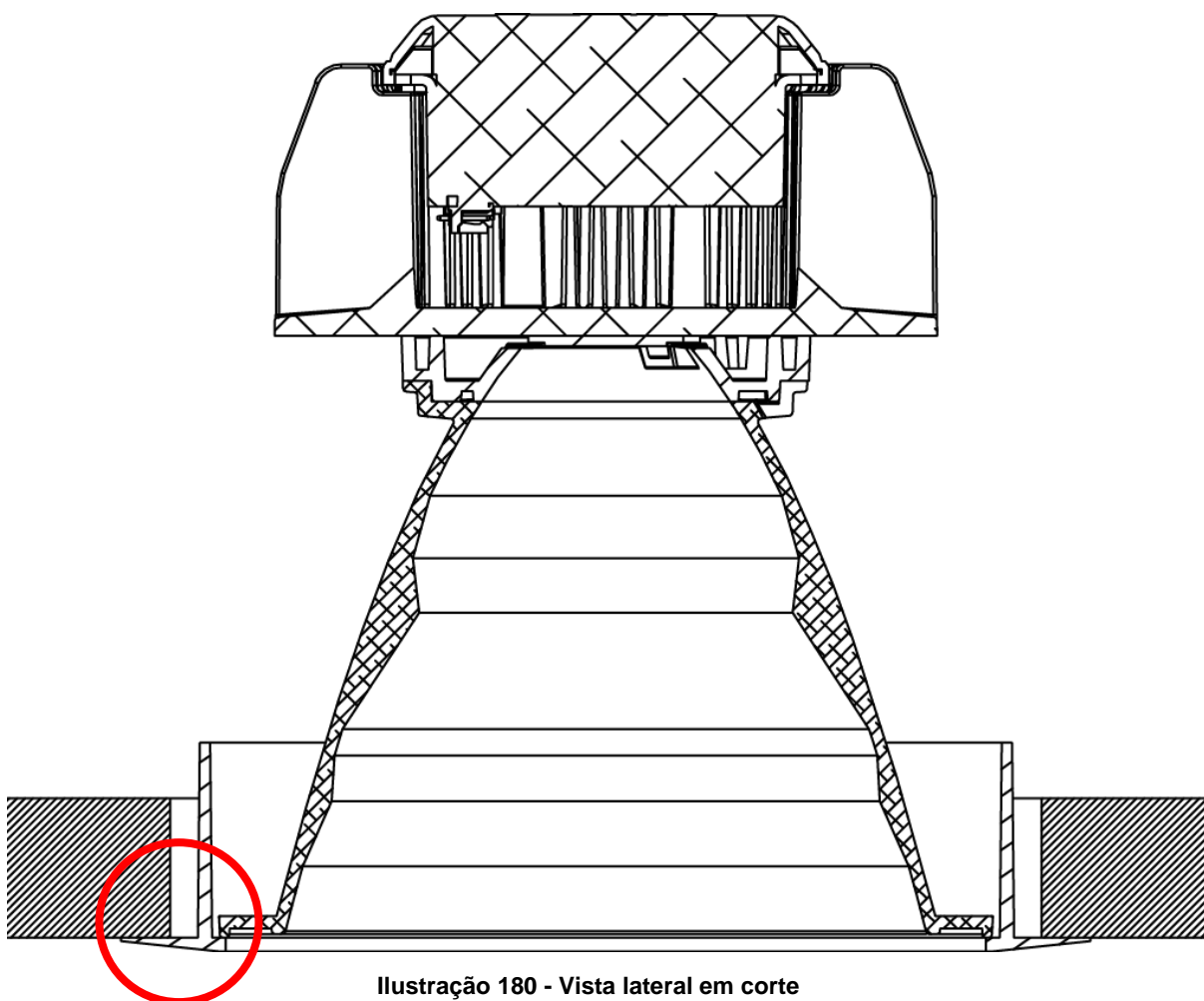


Ilustração 180 - Vista lateral em corte

Vidro

De forma a dar uma maior oferta a nível de soluções, foi considerada a possibilidade de inclusão de um vidro, como opção de compra por parte do cliente, este permite uma nova função ao produto, pois confere-lhe um superior IP, que permite uma utilização mais específica. O vidro será maquinado, será feito um degrau em todo o perímetro do vidro, para que fique com a superfície exterior alinhada com a superfície do corpo principal.

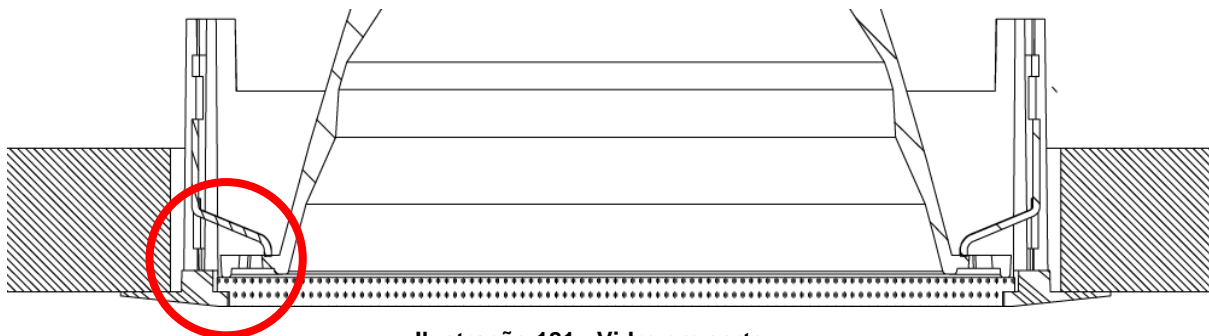


Ilustração 181 - Vidro em corte

Encaixe das patilhas

Foi realizada uma simulação do encaixe da patilha no corpo principal, e foram detetados os pontos de contacto entre a patilha e o corpo.

A patilha foi desenhada para que entrasse com pressão sobre a face frontal, para que os únicos pontos de contacto da face lateral fossem os “dentes”. Como é possível visualizar na imagem apresentada em baixo. Diminuindo os pontos de acumulação de tensão e a probabilidade de rutura nesses pontos.

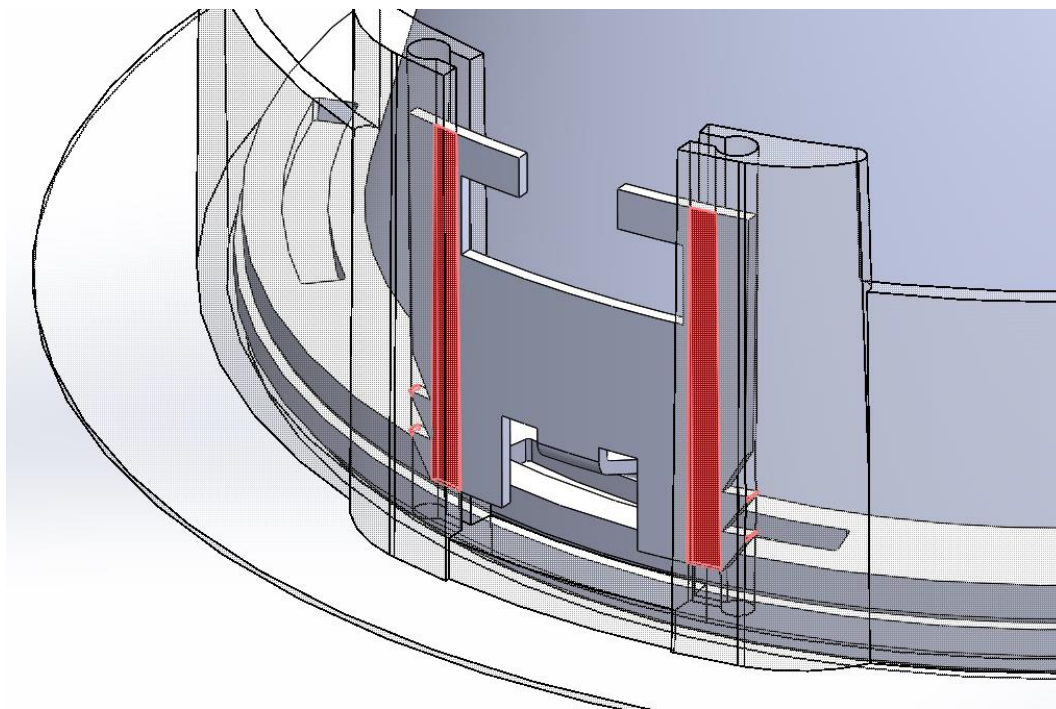


Ilustração 182 - Patilha de suporte simulação

Protótipo

À semelhança do projeto anterior os protótipos desenvolvidos neste projeto têm como principal função serem utilizados para análise de falhas e possíveis melhorias a implementar ao projeto, e servirem de suporte para os ensaios e testes de verificação de componentes.

Protótipo 1

O primeiro protótipo do aro de remate (ilustração 183) foi construído com a tecnologia FDM. Foi feito para avaliar o sistema de fixação. Para isso foram realizadas pequenas modificações no protótipo.

Para a construção deste protótipo foram feitas quatro patilhas de suporte. As patilhas foram obtidas por corte laser, foi dada a curvatura necessária, no final foi dobrada para obter a saliência que bloqueia o refletor. Posteriormente foram ensaiadas as patilhas de suporte no aro de remate

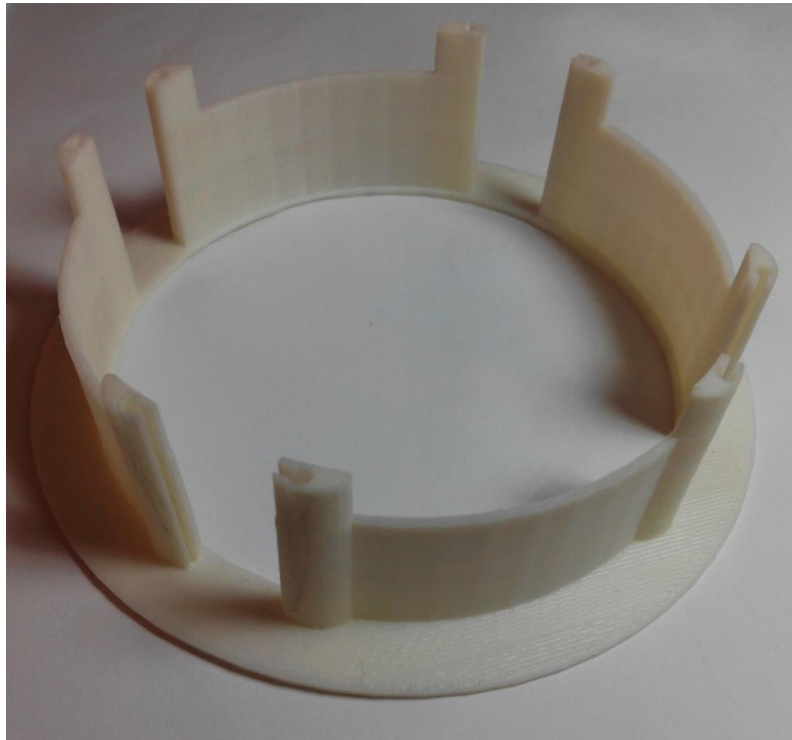


Ilustração 183 - Protótipo 1

Após uma análise do protótipo foram realizadas algumas alterações no desenho original:

- A base interna de suporte do refletor foi alargada, de 1mm para 2mm.
- Foi criado um reforço de material na parede onde desliza a patilha de suporte.
- Foi criado um reforço de material na base do projetor.

Feitas as alterações procedeu-se a um segundo protótipo, para validar as alterações realizadas.

Protótipo 2

O protótipo 2 foi construído também recorrendo à tecnologia FDM, teve a finalidade de validar as alterações de desenho mencionadas anteriormente.

Foram utilizadas as mesmas patilhas do projeto anterior para montar o protótipo.

Foi ainda decidido que em vez dos quatro rasgos para patilhas de suporte e molas apenas seriam necessários dois.



Ilustração 184 - Protótipo 2 com refletor

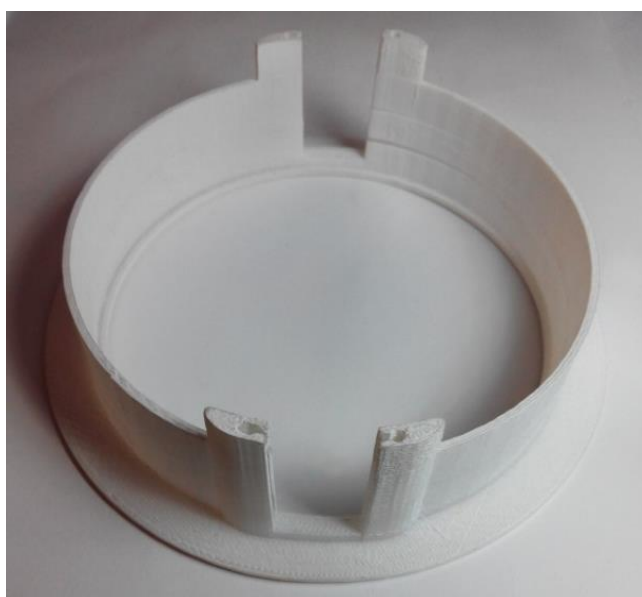


Ilustração 185 - Protótipo 2 aro de remate

Seleção do dissipador

Foi realizado um ensaio térmico em ambiente simulado, de forma a compreender se o dissipador PAR30 LED Cooler 40W estaria apto para ser utilizado no produto final. Após os ensaios foi concluído que o dissipador poderia ser utilizado porém estaria muito próximo do limite de segurança definido pelo Eng. José Mota. Em parte devido à utilização do vidro, que confere ao equipamento maior IP, mas dificulta a convecção do ar que permite a dissipação mais eficiente.

Foi então equacionada a abolição deste dissipador e a utilização do já também referido Spotlight LED Heatsink 60W, mais adequado competente para este equipamento como foi visível nos ensaios.

Foi contactado o fornecedor para verificar a disponibilidade de entrega deste material e verificou-se que para a produção da primeira série, devido ao prazo apertado, não haveria disponibilidade para a entrega do mesmo. Optando assim por utilizar o PAR30 LED Cooler 40W existente em armazém para a primeira série (a ser vendida sem vidro) e atualizar para o Spotlight LED Heatsink 60W assim que possível.

Após uma análise do protótipo, concluiu-se que este estaria apto para produção.

Preparação para produção

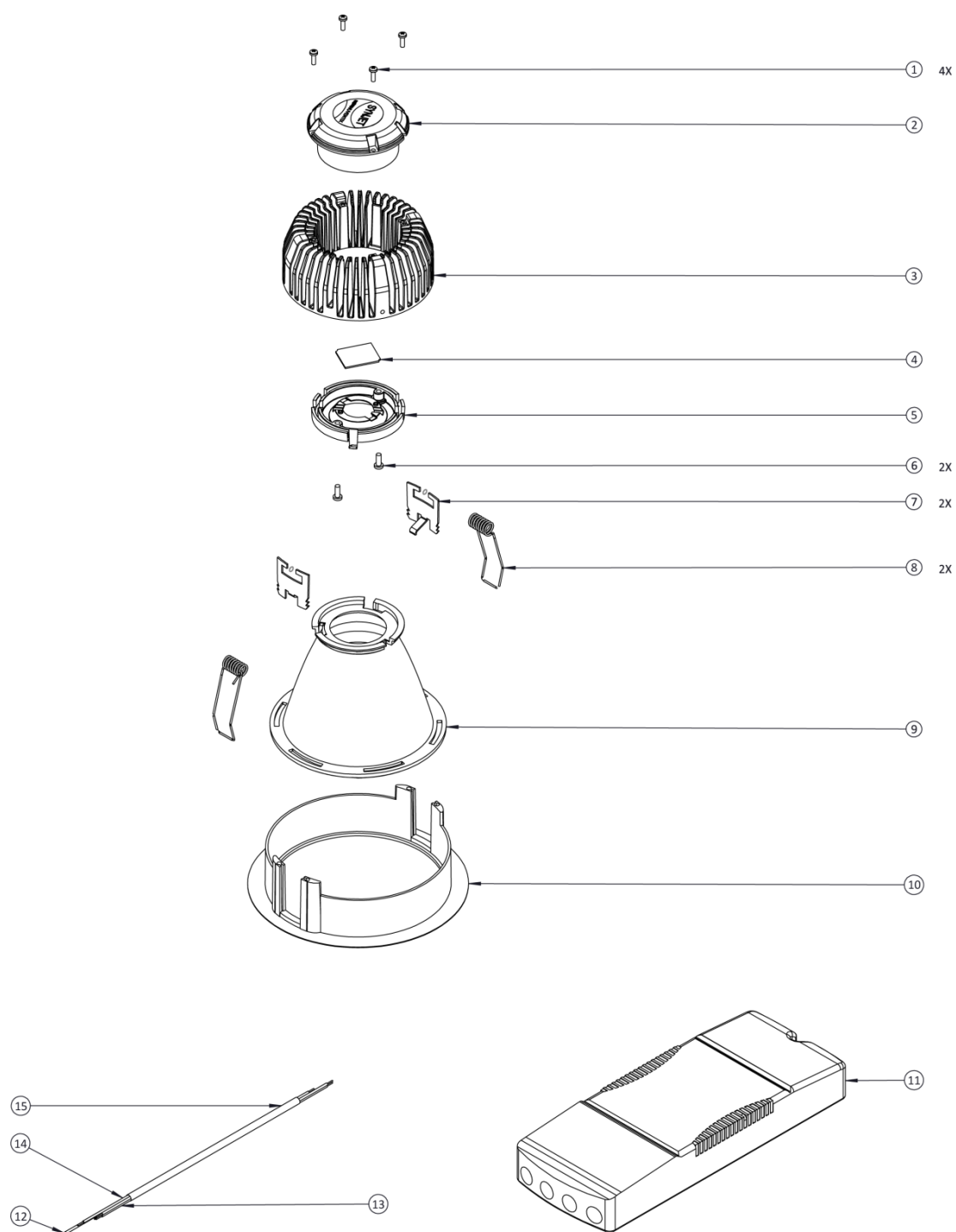


Ilustração 186 - ELEMENTARE vista explodida

Codificação de produto

Foram criados os códigos de todos os componentes utilizados no produto. Estes encontram-se numerados na vista explodida da ilustração 186.

O componente número 5 não apresenta código pois é comprado em conjunto com o componente número 9.

Nº	Código	Descrição
1	CP.0.00.002.16	Pf.C.Q.Ph DIN7985/ISO7045 Fe Niq M2,5x8
2	CP.1.22.001.00	SPARS-CM012-001
3	CP.1.23.001.04	Dissipador HP30S-CALBL-001
4	CP.1.17.006.17	LED Luxeon CoB 1208 (Philips Lumileds)
5	-	Adaptador refletor - LED
6	CP.0.00.003.21	Parafusos cabeça de queijo M3x10
7	SC.3.00.001.00	Nivelador inox
8	SC.0.00.001.00	Mola Espiral Fixação ao teto
9	CP.4.02.001.28	Refletor Lenna
10	SC.2.00.004.01	Aro Elementare Ø125
11	CP.1.01.002.00	LCI 35w 350-900 mA TOP SR
12	CP.1.02.001.07	Fio PU 0.5 VM
13	CP.1.02.001.04	Fio PU 0.5 PT
14	CP.1.02.003.01	Cabo ligação WALLS-C4600-002
15	CP.1.09.002.04	Manga Expansível SE25P
16	CP.1.21.001.00	Driver FAN

Tabela 13 - Codificação do ELEMENTARE

Componentes subcontratados

Os componentes subcontratados são o aro de remate, referido como aro ELEMENTARE Ø125, e a patilha de suporte, referida como nivelador inox.

Para o fabrico do nivelador será necessário um molde para obter a peça estampada. Conseguindo assim um preço acessível e um tempo de produção bastante rápido.

O aro será em plástico injetado e, como tal, será ainda necessário um molde de injeção.

Moldes

Foi contactado um fabricante de moldes da região de Águeda, para orçamentação do fabrico de dois moldes, um de injeção e um para aplicar numa prensa, da máquina de corte por estampagem. O orçamento previa um custo de 4000€ para os dois moldes.

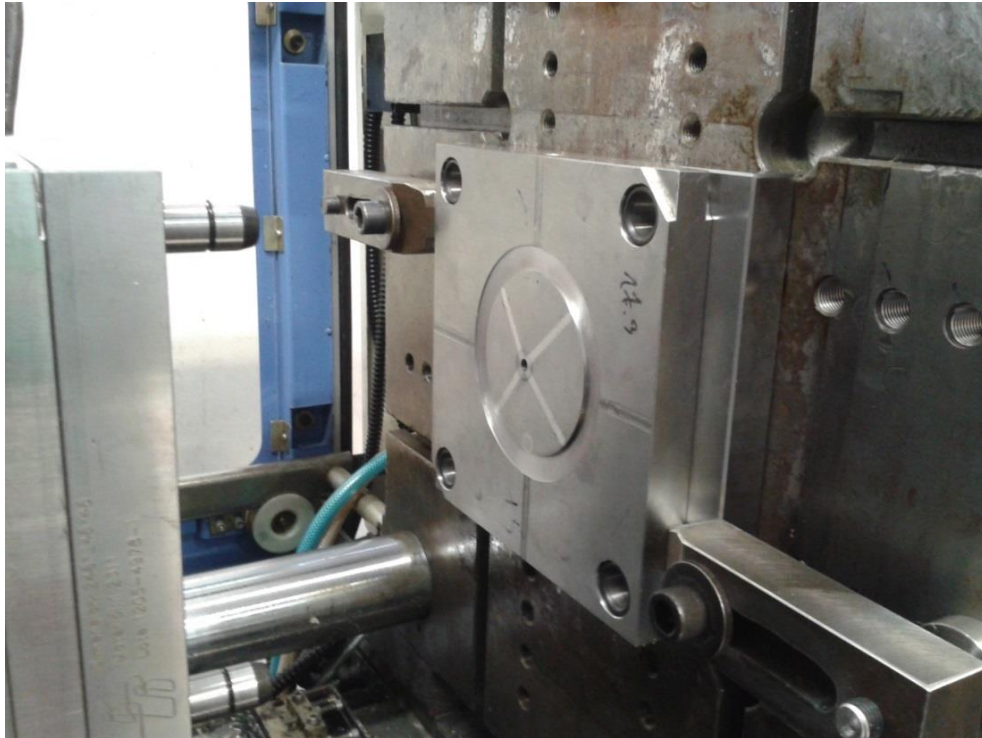


Ilustração 187 - Molde de injeção ELEMENTARE

Foi adjudicado o orçamento e os moldes foram fabricados. Foram então contactadas empresas da região para a injeção da peça em plástico, o aro, e para a estampagem dos niveladores em chapa de aço inoxidável.

Ordem de montagem

A montagem inicia com a assemblagem do grupo ótico, é necessário fazer as ligações elétricas entre os componentes. Após realizadas as ligações deve-se fechar grupo ótico, aparafusando os parafusos superiores no dissipador.

O LED deve levar um pouco de massa térmica, para acoplar melhor ao dissipador e deste modo dissipar o calor mais eficazmente, posteriormente é aparafusado com o suporte do refletor.

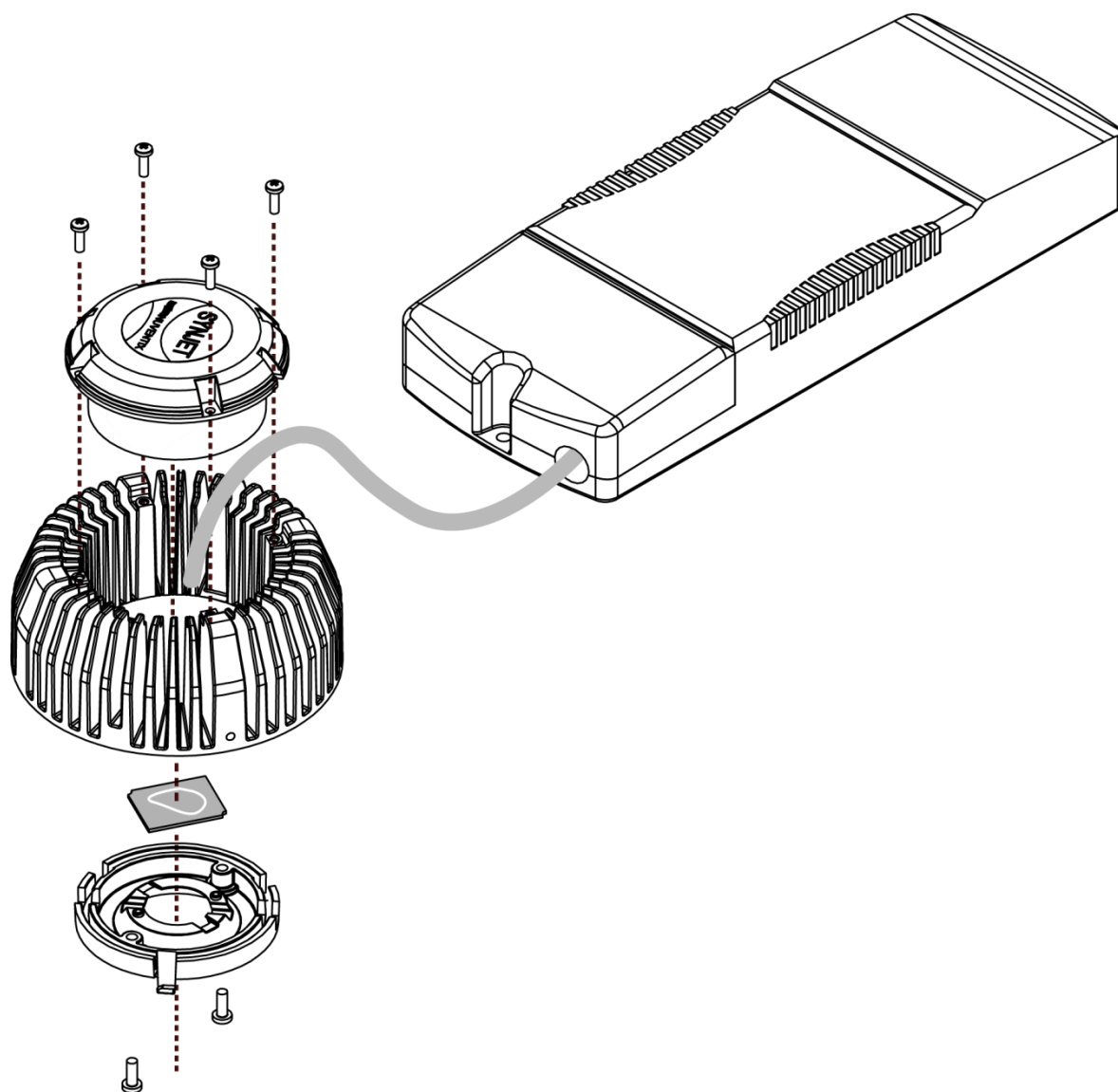


Ilustração 188 - instruções de montagem 1

Após a montagem do grupo ótico, procede-se à montagem do refletor no aro. O refletor é posicionado no aro, são inseridos os niveladores com a saliência direcionada ao interior do aro. Como os niveladores fixam por pressão foi desenvolvida uma ferramenta que possibilita uma desmultiplicação de forças, permitindo ao funcionário responsável pela montagem um menor emprego de força física.

No caso de inclusão do vidro, este deverá ser colocado no aro antes do refletor.

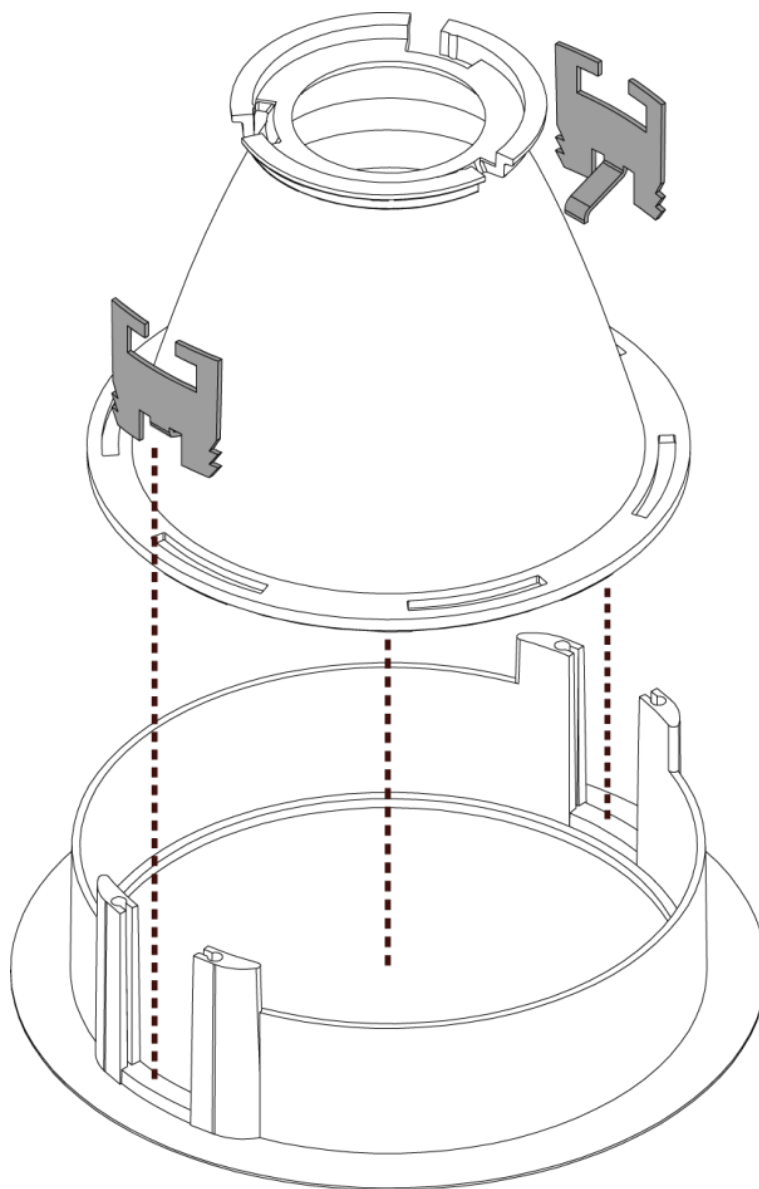


Ilustração 189 - Instruções de montagem passo 2

O último passo é montar o grupo ótico no corpo principal, isto é feito através de um encaixe tipo baioneta, o grupo ótico encaixa no refletor, e através de uma ligeira rotação é fixo.

As molas encaixam nos niveladores, e o equipamento está pronto.

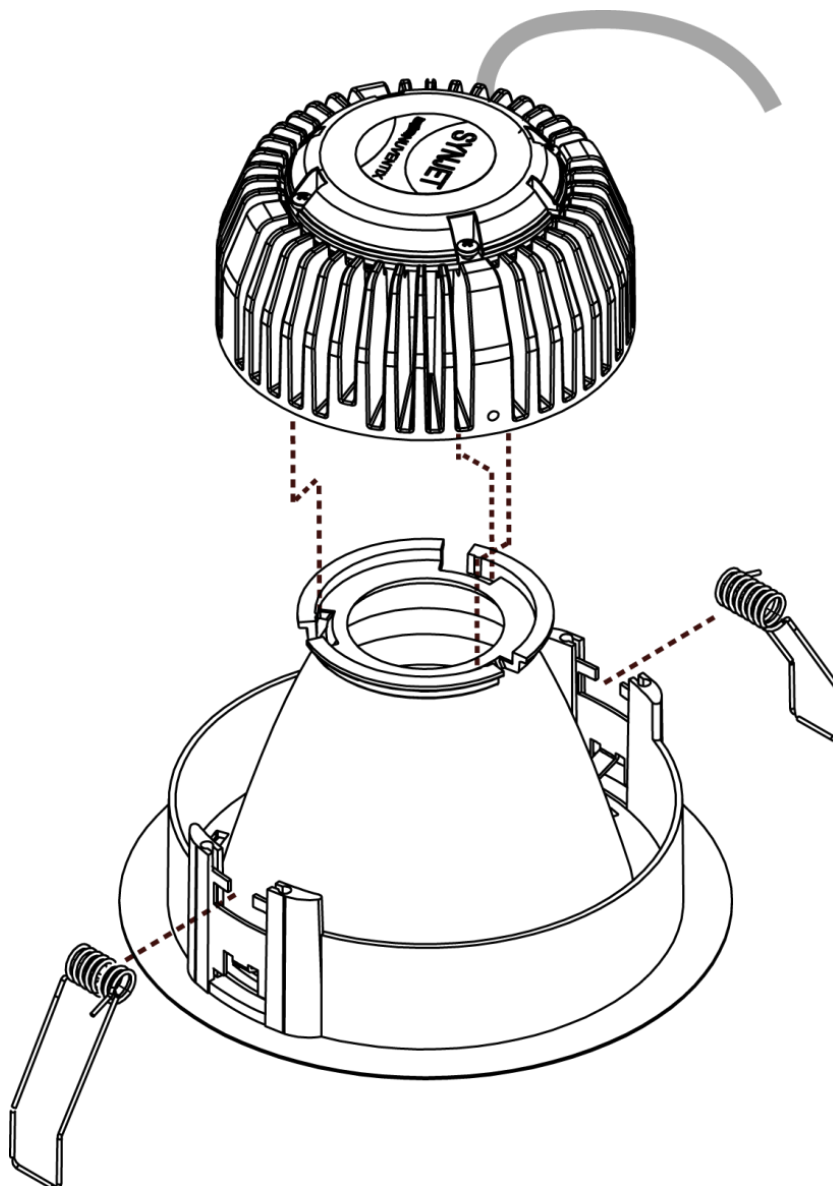


Ilustração 190 - Instruções de montagem passo 3

Disseminação no mercado

Nome do produto

O produto tenta ser um produto generalista e global no que diz respeito à sua função, será sempre um produto primário, o elemento base de qualquer projeto de iluminação devido à sua múltipla funcionalidade e aplicabilidade. Será elementar.

O nome ELEMENTARE parte do elemento e de elementar, e distingue-se da palavra original com um “e” no fim. Pretende-se transmitir a ideia de que será sempre um elemento primário, e necessário.

Embalagem

A embalagem utiliza a mesma tipologia de caixa apresentada no produto anterior, porém as dimensões da caixa são maiores. A embalagem apresenta 280mm largura, por 230mm comprimento, por 140mm de altura.

Também à semelhança do UNNO, o ELEMENTARE será embalado em pares. Em cada caixa são então expedidos dois equipamentos, e foi também desenvolvido um suporte interno para acomodação dos produtos.

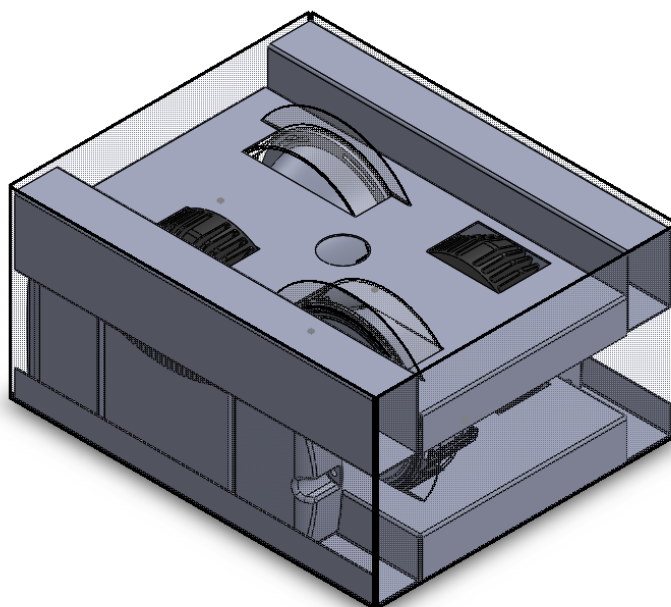


Ilustração 191 - Embalagem ELEMENTARE

Autocolante

O autocolante para a embalagem foi produzido segundo as diretrizes estabelecidas na criação dos templates, iniciada projeto anterior.



Ilustração 192 - Autocolante ELEMENTARE

Ficha técnica

A ficha técnica foi produzida segundo as diretrizes estabelecidas, e já mencionadas no projeto anterior, encontra-se em anexo.

Manual de instruções

O manual de instruções foi produzido segundo as diretrizes estabelecidas e apresentadas anteriormente, encontra-se em anexo.

Produção

A produção da primeira série do ELEMENTARE teve início em Abril de 2014.



Ilustração 193 - Ensaio de injeção

Custos de produção

N/ Código	Componentes	QTD	Preços (unitário)	Preço Total
CP.4.02.001.28	Refletor Lenna	1	9,87 €	9,87 €
CP.1.22.001.00	SPARS-CM012-001	1	9,10 €	9,10 €
CP.1.23.001.04	Dissipador HP30S-CALBL-001	1	5,14 €	5,14 €
CP.1.02.003.00	Cabo ligação WALLS-C4600-001	1	0,61 €	0,61 €
CP.1.09.002.04	Manga Expansível SE25P	0,45	1,08 €	0,49 €
CP.1.02.001.07	Fio PU 0.5 VM	0,515	0,08 €	0,04 €
CP.1.02.001.04	Fio PU 0.5 PT	0,45	0,08 €	0,04 €
CP.1.17.006.17	LED Luxeon CoB 1208	1	11,54 €	11,54 €
CP.1.21.001.00	Controlador do ventilador	1	3,12 €	3,12 €
CP.1.01.002.00	LCI 35w 350-900 mA TOP SR	1	12,74 €	12,74 €
SC.2.00.004.01	Aro Elementare 125 branco	1	0,46 €	0,46 €
SC.3.00.001.00	Nivelador inox	2	0,27 €	0,53 €
SC.0.00.001.00	Mola Espiral Fixação ao teto	2	0,20 €	0,39 €
CP.0.00.002.16	Pf.C.Q.Ph Fe Niq M2,5x8	4	0,01 €	0,04 €
CP.0.00.003.21	Parafusos cabeça de queijo M3x10	2	0,01 €	0,01 €
	Etiqueta	1	0,03 €	0,03 €
	Manual de Montagem	1	0,12 €	0,12 €
CP.7.02.001.00	Embalagem	1	0,35 €	0,35 €
	Autocolante	1	0,33 €	0,33 €
	Mão-de-obra (2 pessoas 10/hora)	1	1,58 €	1,58 €
Preço Custo →				56,51 €
Perdas avarias e reposições - 3%				1,70 €
Transporte - 3%				1,70 €
Despesas administrativas - 18%				12,41 €
				72,31 €
Preço mínimo de venda				94,00 €
Preço de Tabela				151,99 €

Tabela 14 - Calculo de custo ELEMENTARE

Ao analisar a tabela foi possível estabelecer o preço mínimo de venda de 94€ e o preço de tabela de 151,99€.

Com a utilização de componentes presentes no projeto anterior conseguiu-se um preço mais baixo na obtenção de matérias-primas, devido a encomendas de maior quantidade. O preço final, em comparação com o produto concorrente é superior porém o LED utilizado no ELEMENTARE permite um fluxo luminoso de maior dimensão, perto de 1500lm de diferença.

Produto final

O produto final, pertencente à primeira série fabricada.



Ilustração 194 - ELEMETARE primeira série

Problema identificado

Foi identificado um problema por parte de um cliente, quando encastrado no teto, o produto encontra-se sobre tensão, e após algum tempo em utilização criava uma zona de sombra mais elevada do que o esperado. É possível ver na ilustração 195, que estaria a ocorrer uma flexão do disco exterior.

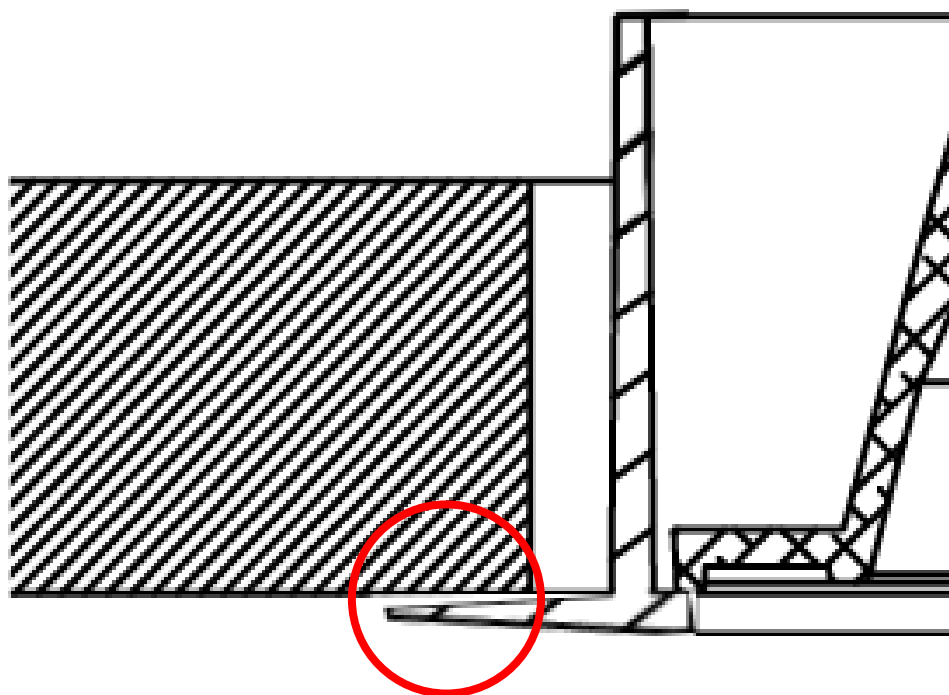


Ilustração 195 - Simulação do erro descrito

Foi analisado o produto enviado pelo cliente, e detetou-se que o suporte das molas estaria sobredimensionado, erro produzido pela ferramenta de corte. O nivelador quando introduzido, como estava sobredimensionado, deformava o aro.

Foi dada ordem de reparação do molde de corte dos niveladores.

Alterações do produto

Após a reparação do molde de corte do nivelador, verificou-se que o problema, apesar de ter diminuído, continua a verificar-se, foram então realizadas algumas alterações no aro de remate.

Foi alterado o molde de injeção de forma a criar uma parede (ilustração 196), a ligar os castelos da zona em que encaixa o nivelador de forma a aumentar a resistência do aro. Foi aumentada a espessura de todo o produto

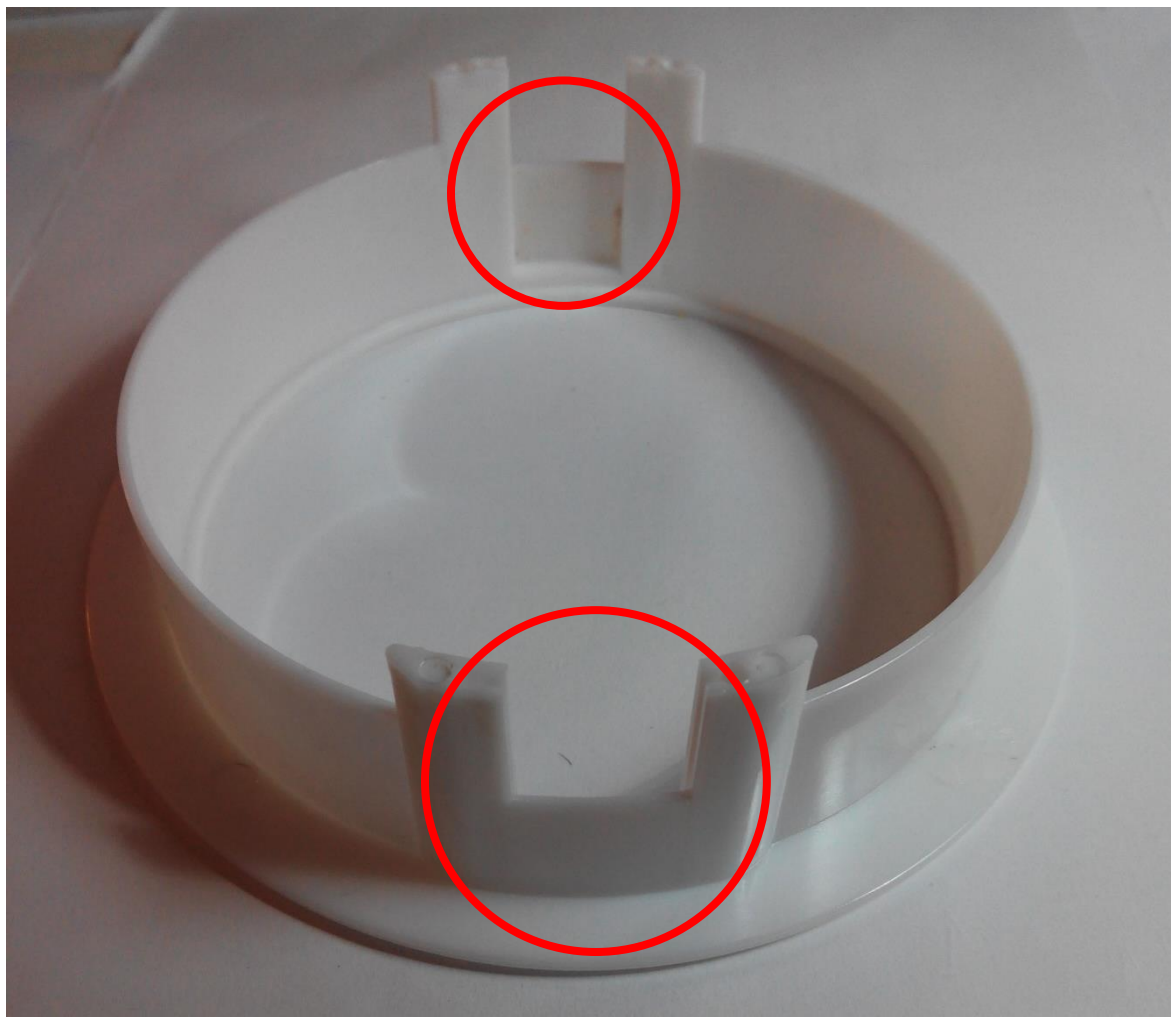


Ilustração 196 - Alterações no aro de remate

A responsabilidade do projeto foi transmitida para o diretor de produção, ficando este responsável por futuros trabalhos e modificações no produto.

Descrição do produto

A sua elevada eficácia e potência lumínica fazem do ELEMENTARE o equipamento adequado para a iluminação geral em espaços comerciais. Próprio para montagem encastrada, resulta numa solução fácil de instalar e com reduzidos custos de exploração.

O ELEMENTARE apresenta as seguintes especificações:

Especificações Fotométricas				
Versão		HB		
Refletor	S	M	W	A
Temperatura de cor	3000			
Fluxo luminoso	3274 lm	3082 lm	2889 lm	3505 lm
Eficácia do sistema (*)	89 lm/W	83 lm/W	78 lm/W	95 lm/W
Temperatura de cor	4000			
Fluxo luminoso	3499 lm	3293 lm	3087 lm	3746 lm
Eficácia do sistema (*)	95 lm/W	89 lm/W	84 lm/W	105 lm/W
Versão		LB		
Refletor	S	M	W	A
Temperatura de cor	3000			
Fluxo luminoso	1935 lm	1821 lm	1707 lm	2071
Eficácia do sistema (*)	98 lm/W	93 lm/W	87 lm/W	105 lm/W
Temperatura de cor	4000			
Fluxo luminoso	2058 lm	1937 lm	1816 lm	2203 lm
Eficácia do sistema (*)	105 lm/W	98 lm/W	92 lm/W	112 lm/W

Tabela 15 - Especificações fotométricas ELEMENTARE

Especificações Elétricas		
Versão	HB	LB
Tensão de entrada	198-264V AC	
Frequência	50/60 Hz	
Corrente de entrada	162 mAAC	86 mAAC
Potência de entrada	37,2 W	19,8 W
Fator de potência	> 0.90	
Distorção harmónica	< 10%	

Tabela 16 - Especificações elétricas ELEMENTARE

Diagrama polar			
Spot	Medium	Wide	Assimetrico
12º	21º	46º	-

Especificações gerais		
Cor	Branco	Antracite
Peso	700 gr	
Embalagem (2 unidades)	1660 gr	
IP	20	

Tabela 17 - Especificações gerais ELEMENTARE

Com a introdução do vidro opcional no downlight este alcança um IP23.

O downlight ELEMENTARE da Euluce apenas é produzido por encomenda e respeitando as especificações descritas.

Mapa de vendas ELEMENTARE

À semelhança do UNNO, também o ELEMENTARE está já disperso por todo o território nacional, no entanto com uma menor representação de vendas e ainda sem divulgação no mercado internacional.

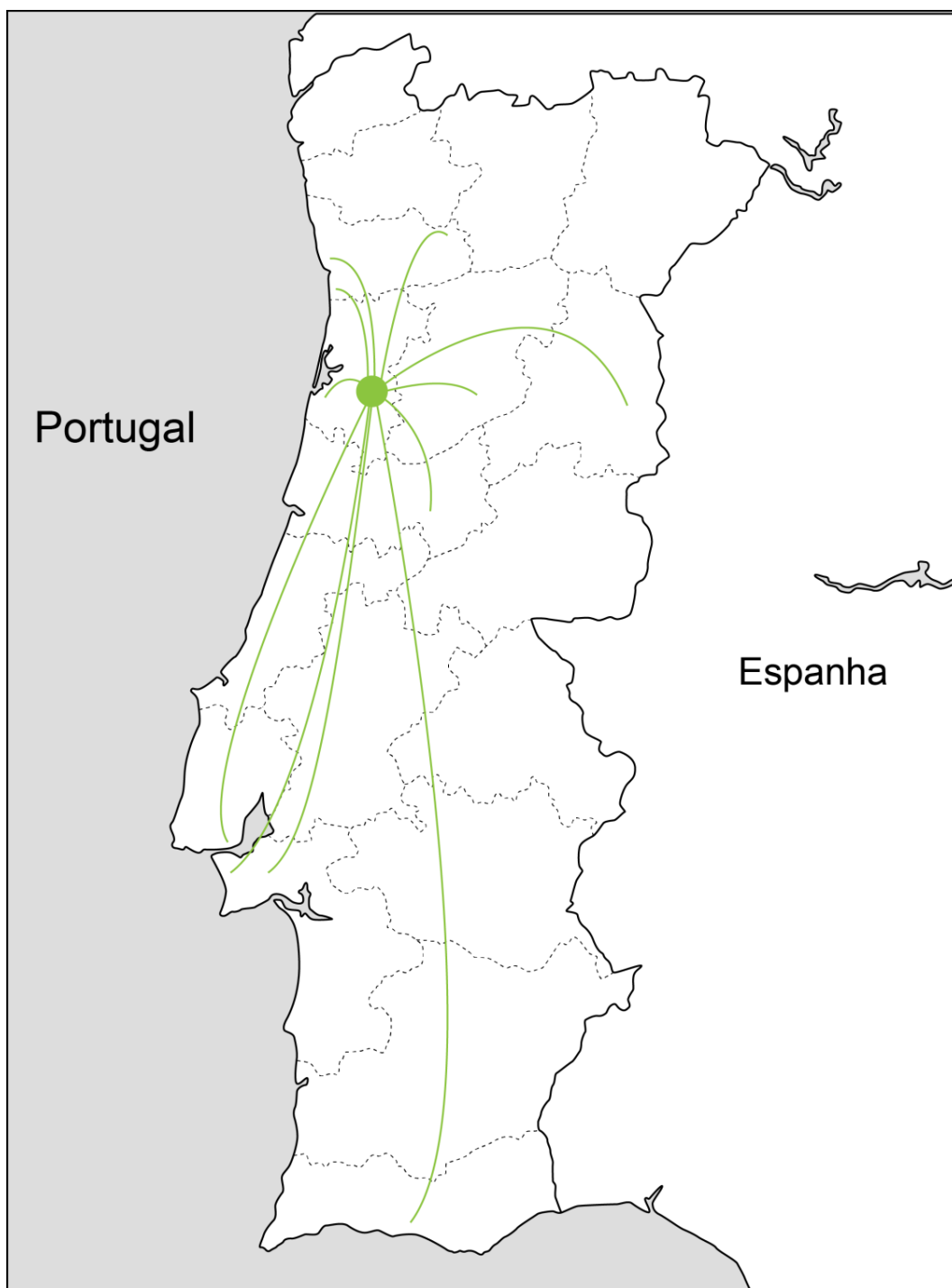


Ilustração 197 - Mapa de vendas ELEMENTARE

Conclusão do Projeto ELEMENTARE

O principal objetivo deste projeto era a produção do downlight. Todos os processos utilizados e descritos neste documento pretendiam o cumprimento desse objetivo

Este projeto à semelhança do anterior foi deveras desafiante para mim, e com apenas 2 meses de investigação e desenvolvimento foi possível dar uma resposta positiva ao objetivo proposto.

Com o curto período e apertados prazos, este projeto teve pouco tempo de maturação e admito a falta de algum detalhe no projeto.

Ainda assim este projeto permitiu-me o desenvolvimento das minhas capacidades enquanto designer e engenheiro de produto. Denoto melhorias nas minhas capacidades de comunicação e interação em meio empresarial, e em todos os processos de testes ensaios e identificação de modos de falha.

Mostro ainda um melhor know-how relativamente a todos os processos e componentes abordados e ainda em relação ao tema da iluminação e dos seus equipamentos e soluções.

O acompanhamento deste produto durante o seu processo de montagem e junto dos colaboradores responsáveis pela injeção e estampagem das peças permitiu-me uma melhor capacidade de eco design e design contíguo à função.

Este projeto ficou em fase de produção e cumpriu com os objetivos principais de que fui encarregado, no entanto apresentou alguns aspetos em que poderá e deverá ser melhorado ou atualizado. Com o término do meu estágio na empresa estes aspetos ficaram ao encargo do diretor de produção.

Trabalhos futuros

Devido às falhas relatadas pelo cliente, a produção deste equipamento foi interrompida até ao solucionamento destas falhas estar verificado.

Como esta fase teve início no momento da finalização do meu estágio não vou poder acompanhar as melhorias a impor ao produto no entanto estou ciente das principais alterações deste.

As principais alterações a ser implementadas de forma a solucionar as falhas indicadas passam por alterações no molde de injeção de forma a tornar o aro mais resistente, e possível alteração no molde de corte, ou no formato, para redimensionamento dos niveladores.

As molas de fixação ao teto poderão sofrer uma alteração se se verificar que exercem demasiada força sobre o aro.

Em caso extremo o aro poderá ainda sofrer uma mudança de material de injeção, para um plástico que se verifique mais resistente, ou para um material metálico como o alumínio.

Para além destas alterações associadas às falhas do produto em utilização este poderá sofrer mudanças de melhoramento de funcionalidade e eficiência, como o caso da mudança de LED, atualizando para um LED de 4ª geração, em tudo semelhante ao atual, mas mais eficiente.

Está ainda agendada a alteração do dissipador como já foi referido, pois o atual está a funcionar muito perto do limite de dissipação estabelecido. À semelhança do UNNO o ELEMENTARE está a ser testado para o funcionamento com um dissipador passivo.

Como este equipamento funciona num ambiente específico onde há a presença abundante de pó, este poderá evoluir para um equipamento de IP superior, mais adequado ao ambiente em questão.

Em termos de iluminação técnica tanto este como o anterior projeto poderão sofrer melhorias com vista a um melhor rendimento dos equipamentos, para que gastem menos energia, sejam mais económicos e eficientes e se tornem mais competitivos neste mercado.

Conclusão

Interpretando todo o conteúdo abordado concluo que correspondo positivamente aos desafios propostos em briefing pela Lightenjin, dando desfecho prático a dois dos projetos principais da empresa, e ideologia de conceção a um terceiro projeto.

O projeto UNNO está completamente exequível e resultou num produto de iluminação técnica muito competitivo e de atraente design. Cumpre as especificidades pretendidas pela empresa para este tipo de produto e sua aplicação.

O projeto ELEMENTARE está ainda em desenvolvimento, mas mostrou-se igualmente um projeto exequível, e de futura aposta para a empresa. Este é também um excelente produto de iluminação técnica e encontra-se em conformidade com os parâmetros pretendidos inicialmente.

O projeto GLORIA apesar de inativo é um projeto de gaveta com grande possibilidade de aplicabilidade no portfólio da empresa. A sua idealização corresponde diretamente aos objetivos específicos pedidos.

Reconheço este estágio como uma experiência muito enriquecedora, e esta dissertação como um documento essencial para o seu entendimento como processo global e integrador.

Com a execução deste documento sintetizo todos os conhecimentos que adquiri, e todo o trabalho que desenvolvi.

Referências bibliográficas

Phillips Ibéria, S.A.U. 2011. *Luz sobre la norma Europea – UNE 12464.1 Norma Europea sobre iluminación para Interiores.*

WEB

Todos os sites foram acedidos entre Março de 2014 e Outubro de 2014

<http://nuventix.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/01/SynJet-ZFlow-65-Spotlight-Cooler-21W-A01-Jan-2012.pdf>

<http://peteletricaufjf.files.wordpress.com/2011/12/teoria-geral-das-fontes-de-alimentac3a7c3a3o-lineares1.pdf>

http://www.nordicaluminium.fi/products/tuotteet_1.html

<http://www.ennex.com/~fabbers/StL.asp>

<http://www.protocam.com/cad-formats/>

<http://www.manufacturingterms.com/Portuguese/CAM.html>

<http://www.dali-ag.org/discover-dali.html>

<http://www.cefamol.pt/cefamol>

http://wiki.ued.ipleiria.pt/wikiEngenharia/index.php/Corte_por_Arrombamento_de_Chapa

http://wiki.ued.ipleiria.pt/wikiEngenharia/index.php/Processos_de_altera%C3%A7%C3%A3o_de_forma

http://wiki.ued.ipleiria.pt/wikiEngenharia/index.php/Processos_de_Maquina%C3%A7%C3%A3o

Índice de imagens

Todas as ilustrações são da minha autoria exceto as que se encontram a negrito cuja fonte se encontra abaixo apresentada.

Ilustração 1 – Grupo Exporlux e interações.....	10
Fonte: Imagem cedida pela Lightenjin, Lda	
Ilustração 2 – Logotipo grupo Exporlux.....	12
Fonte: Imagem cedida pela Lightenjin, Lda	
Ilustração 3 - Logotipo Lightenjin.....	12
Fonte: Imagem cedida pela Lightenjin, Lda	
Ilustração 4 - Logotipo Euluce.....	12
Fonte: Imagem cedida pela Lightenjin, Lda	
Ilustração 5 - Fisionomia do olho humano.....	19
Fonte: http://www.tranjan.com.br/sites/dev.tranjan.drupal.vc/files/anatomia-olho-trajan-post.jpg	
Ilustração 6 – Captação da imagem	20
Fonte: http://www.cmdv.com.br/sites/arquivos/uploads/342.jpg	
Ilustração 7 - Forma do cristalino.....	20
Fonte: http://www.ricardogauchobio.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2010/06/ext-2013-aula-27-teste-18.png	
Ilustração 8 - Íris aberta e fechada	20
Fonte: http://player.slideplayer.com.br/2/366478/data/images/img3.jpg	
Ilustração 9 - Visão Binocular	21
Fonte: http://books.google.pt/books?id=paQCTfvhNUIC&pg=PA183&lpg=PA183&dq=cores+brilhantes+cones&source=bl&ots=JZUIRJOfxL&sig=earr8Mt8kSDBVvtcSmLc0RZvZxk&hl=pt-PT&sa=X&ei=4TYgVLz6DInpaNWfgJAC&ved=0CHIQ6AEwDg#v=onepage&q=cores%20brilhantes%20cones&f=false	
Ilustração 10 - Cones e bastonetes	21
Fonte: http://4.bp.blogspot.com/-cVanBlallwA/TpK-RME-50I/AAAAAAAAADk/TRk8NGi7bX8/s1600/Olho_Cones+e+Bastonetes_01.jpg	
Ilustração 11 - Fluxo luminoso.....	24
Fonte: http://bronzearte.rpm.com.br/conteudo/dicas/lamp.jpg	
Ilustração 12 Iluminância e luminância	26
Fonte: http://3.bp.blogspot.com/-Eb_IGWOmK2c/T7DqrlIPOII/AAAAAAAAABB4/r6P8cxJ1TL0/s1600/7.png	
Ilustração 13 – Reflexão	26
Fonte: http://3.bp.blogspot.com/-Eb_IGWOmK2c/T7DqrlIPOII/AAAAAAAAABB4/r6P8cxJ1TL0/s1600/7.png	

Ilustração 14 - Temperatura de cor.....	27
Fonte: http://www.fotografarvenderviajar.com/wp-content/uploads/2009/05/temperatura2.jpg	
Ilustração 15 – Amplitude de cor do LED.....	28
Fonte: http://www.golden.blog.br/wp-content/uploads/2014/03/escala-kelvin-610x180.png	
Ilustração 16 - Lâmpada incandescente.....	31
http://www.fg.com.br/uploads/produto_imagem/filename/75401.jpg	
Ilustração 17 - Lâmpadas de halogéneo	31
http://grlum.dpe.upc.edu/manual/imagenes/modelosLamparasIncandescentesHalogenas.png	
Ilustração 18 - Lâmpadas fluorescentes	32
Fonte: http://4.bp.blogspot.com/_nIWruoTbGSc/S98GBJoCOFI/AAAAAAAAAFE/KGGvuVK7xXw/s1600/tubos+principal.jpg	
Ilustração 19 - Lâmpadas LED	33
Fonte: http://d114hh0cykhyb0.cloudfront.net/images/uploads/T10-PCB-xWHP9-led-wedge-base-bulb-store.jpg	
http://3.bp.blogspot.com/_SW7FEBhudqM/TB-_KVGUiOI/AAAAAAAAAMw/w5p_sdcS6MM/s400/led_range.jpg	
http://litbimg8.rightinthebox.com/images/384x384/201206/yqpvj1340160384231.jpg	
Ilustração 20 - Exemplo de refletor.....	34
Fonte: http://www.ledil.com/node/2/p/10889	
Ilustração 21 - Exemplo de curva fotométrica	35
Fonte: http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed73_fasc_iluminacao_cap2.pdf	
Ilustração 22 - Dissipador	36
Fonte: http://www.telereurope.com/fileadmin/user_upload/Afbeeldingen/products/led/led-heat-sink-mtx-lsb.png	
Ilustração 23 - Exemplo de dissipador ativo com ventoinha.....	36
Fonte: http://media.digikey.com/Photos/Sunon%20Photos/TA004-10003.jpg	
Ilustração 24 - Esquema de funcionamento da tecnologia SynJet	37
Fonte: http://www.nuventix.com/technology/	
Ilustração 25 - Esquema de funcionamento da tecnologia SynJet com dissipador	37
Fonte: http://cfile24.uf.tistory.com/image/1648BD345006933E1F430C	
Ilustração 26 – Controlador de ventilação	38
Fonte: http://resources.tridonic.com/PDB/Ressource/Web_TR/FolderImage/TA_LED_F_Converter_LCF_12V_Fan_Driver.jpg	
Ilustração 27 - Exemplo de calha eletrificada	39
Fonte: http://www.chainlight.eu/images/ledinterior/Track%20rail%20-%201M.jpg	
Ilustração 28 – Suporte para calha eletrificada	40
Fonte: http://www.casa.fi/images/xtsa68.jpg	

Ilustração 29 - Esquema da injetora	41
Fonte: http://www2.dupont.com/Plastics/pt_US/Knowledge_Center/Processing/injection/injection_molding.html	
Ilustração 30 - Exemplos de quinagem	42
Fonte: http://wiki.ued.ipleiria.pt/wikiEngenharia/index.php/Quinagem	
Ilustração 31 - Corte laser	43
Fonte: http://classelaser.com.br/wp-content/uploads/2014/02/Corte-a-laser-4.jpg	
Ilustração 32 – Exemplo de repuxagem	43
Fonte: http://i.ytimg.com/vi/8dGbBW2uyAA/hqdefault.jpg	
Ilustração 33 - Termoformação	44
Fonte: http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAFbFQAD-0.jpg	
Ilustração 34 - SLS 3D printer	45
Fonte: http://images.shapeways.com/picture/image//udesign/tutorials/designing_mechanical_parts_for_3d_printing/06.png	
Ilustração 35 - Dimension sst 1200	46
Ilustração 36 - Esboço inicial do Projeto Gloria	48
Ilustração 37 - Evolução do conceito inicial.....	48
Ilustração 38 - Início do estudo de construção	49
Ilustração 39 - Diferença de tamanho entre grupos	49
Ilustração 40 - Fotorrealismo Candeeiro de secretária.....	50
Ilustração 41 - Detalhe do contra peso	50
Ilustração 42 – Exemplo da regulação da intensidade de luz.....	51
Ilustração 43 - Exemplo da regulação da intensidade de luz.....	51
Ilustração 44 – Situação em zona de leitura	52
Ilustração 45 - Situação em zona de trabalho	52
Ilustração 46 - Simulação do ambiente em sala de estar	53
Ilustração 47 - Candeeiro Pé alto.....	53
Ilustração 48 - Candeeiro de teto visto de baixo	54
Ilustração 49 – Simulação do candeeiro de teto em ambiente de sala.....	54
Ilustração 50 – Simulação do candeeiro na parede	55
Ilustração 51 – Vista lateral do candeeiro	55
Ilustração 52 - Grupo ótico –.Vista explodida	56
Ilustração 53 - vista em corte	57
Ilustração 54 - Disposição dos LED no grupo ótico	58
Ilustração 55 - STARK SLE GEN3 CLASSIC.....	60
Fonte: http://www.tridonic.com/com/en/products/talexxmodule-stark-sle-gen3-classic.asp#tab4	
Ilustração 56 - Module LED Cooler 40W com o ventilador Synjet Zflow 65	61
Fonte: http://www.nuventix.com/twist-module-led-cooler- heatsink-40w/	
Ilustração 57 - Dissipador Mechatronix - ModuLED 9980	62
Fonte: http://www.led-heatsink.com/ModuLED_Modular_Passive_LED_Cooler.phtml?tag=CATE566&offset=8	

Ilustração 58 - Z50 Optic Clip.....	62
Fonte: http://sigma.octopart.com/21441423/image/TE-Connectivity-2213194-1.jpg	
Ilustração 59 - LCI 35W 350mA-900mA TOP C.....	64
Fonte: http://www.tridonic.com/com/en/products/led-talexconverter-lci-35-W-350-900-mA-top-c.asp#tab7	
Ilustração 60 - LCF 12V FAN DRIVER.....	65
Fonte: http://resources.tridonic.com/PDB/Ressource/Web_TR/FolderImage/TA_LED_F_Converter_LCF_12V_Fan_Driver.jpg	
Ilustração 61 - XTSA-68.....	65
Fonte: http://www.casa.fi/images/xtsa68.jpg	
Ilustração 62 – Imagem de todos os componentes selecionados.....	66
Ilustração 63 – Diferença entre dissipadores	66
Ilustração 64 - Grupo ótico vista explodida	67
Ilustração 65 – Fonte de alimentação vista de cima.....	67
Ilustração 66 – Fonte de alimentação com parafusos vista lateral	67
Ilustração 67 – Suporte para calha eletrificada - fixação	68
Ilustração 68 - Arquitetura conceito ativo	69
Ilustração 69 – Arquitetura do conceito passivo	69
Ilustração 70 - Conceito de caixa metálica.....	70
Ilustração 71 - Corpo planificado	70
Ilustração 72 – Problema identificado nº 1	71
Ilustração 73 - Problema identificado nº 2.....	71
Ilustração 74 - problema identificado nº 3	71
Ilustração 75 – Problema identificado nº 4	71
Ilustração 76 – Corpo planificado alterado	72
Ilustração 77 – Conjunto caixa metálica alterado	72
Ilustração 78 - Copo de remate.....	73
Ilustração 79 - Braço de suporte	73
Ilustração 80 – Componentes na caixa metálica	74
Ilustração 81 - Modelação UNNO caixa metálica	74
Ilustração 82 - UNNO ativo fotorrealismo 1	75
Ilustração 83 - UNNO ativo fotorrealismo 2	75
Ilustração 84 - UNNO passivo fotorrealismo 1	76
Ilustração 85 - UNNO passivo fotorrealismo 2	76
Ilustração 86 - Vista explodida comparação ativo/passivo	77
Ilustração 87 - Vistas dos dois produtos.....	77
Ilustração 88 - Maquinação ventilador	78
Ilustração 89 - Diagrama elétrico UNNO	78
Ilustração 90 - WALLS-C4150-001	79
Ilustração 91 - Perspetiva em corte.....	80
Ilustração 92 - Ordem de montagem.....	81
Ilustração 93 - Esquema para orçamentação.....	82
Ilustração 94 - Orçamento Roqlaser	83
Ilustração 95 - Orçamento Shapeways	87

Ilustração 96 – Dissipador ativo IceLED550.....88

Fonte: <http://www.led-heatsink.com/products.php?scatID=545>

Ilustração 97 – Protótipo copo de remate.....	88
Ilustração 98 - Protótipo com PAR30 LED Cooler 40W Nuventix.....	89
Ilustração 99 - Protótipo com ModuLED 9980 da Mechatronix.....	89
Ilustração 100 – Protótipo com IceLED 550 da Mechatronix.....	90
Ilustração 101 – Ligações elétricas.....	90
Ilustração 102 - Desenho técnico LED.....	91
Ilustração 103 – Bancada de ensaio térmico.....	91
Ilustração 104 – Bancada do ensaio térmico 2.....	92
Ilustração 105 - Fonte de alimentação sem caixa.....	93
Ilustração 106 – Detalhe de inspiração.....	94
Ilustração 107 – UNNO corpo plástico conceito.....	95
Ilustração 108 - Conceito de plástico - vista explodida.....	96
Ilustração 109 - Acabamentos UNNO.....	97
Ilustração 110 - Alterações nos componentes.....	98
Ilustração 111 - Solução de construção 1.....	99
Ilustração 112 - Solução de construção 2.....	99
Ilustração 113 - Solução de construção 3.....	100
Ilustração 114 - Soluções de construção 4.....	100
Ilustração 115 – Soluções de construção 5.....	101
Ilustração 116 - Soluções de construção 6.....	101
Ilustração 117 - Soluções de construção 7.....	102
Ilustração 118 - Encaixe copo dissipador.....	102
Ilustração 119 - Análise draft corpo principal.....	103
Ilustração 120 - Protótipo 1.....	104
Ilustração 121 - Protótipo 1 tampa superior.....	105
Ilustração 122 – Alterações furação protótipo 1.....	106
Ilustração 123 – Simulação de forças Solidworks 2014.....	107
Ilustração 124 - Protótipo 2 corpo.....	108
Ilustração 125 - Protótipo 2 completo.....	108
Ilustração 126 - Sistema de limite de rotação.....	109
Ilustração 127 - Código genérico.....	110
Ilustração 128 - UNNO vista explodida numerada.....	111
Ilustração 129 - Peças maquinadas em latão.....	113
Ilustração 130 - Processos do braço de rotação.....	113
Ilustração 131 - Processos do copo de remate.....	113
Ilustração 132 - Molde de injeção UNNO.....	114
Ilustração 133 - Embalagem escolhida.....	115

Fonte: http://cartocer.pt/media/k2/items/cache/2ff2ba0051687eef5ca0459cf942940c_M.jpg

Ilustração 134 - Conceito de embalagem.....	115
Ilustração 135 - DXF do suporte interno.....	116
Ilustração 136 – Acomodação embalagem.....	116
Ilustração 137 - Autocolante UNNO.....	117
Ilustração 138 – Comparação de caixas.....	118

Ilustração 139 - Logotipo Lightenjin	120
Ilustração 140 - Cabeçalho ficha técnica.....	120
Ilustração 141 - Diferença entre dialetos.....	120
Ilustração 142 - Escala de cinzas.....	120
Ilustração 143 - Exemplo da utilização dos cinzas em tabela.....	121
Ilustração 144 - Exemplo de tabela 2.....	121
Ilustração 145 – Exemplo de tabela 2	121
Ilustração 146 - Exemplo da página dos desenhos mecânicos	122
Ilustração 147 - Localização contactos da empresa.....	122
Ilustração 148 - Simbologia do produto.....	122
Ilustração 149 - Manual de instruções UNNO página 1.....	123
Ilustração 150 - Manual de instruções UNNO página 2 e 3.....	124
Ilustração 151 - Manual de instruções UNNO página 4.....	125
Ilustração 152 - Produção da primeira série.....	127
Ilustração 153 - Produto na embalagem	127
Ilustração 154 - Produto em ambiente de produção.....	128
Ilustração 155 - UNNO branco	129
Ilustração 156 – UNNO branco	131
Ilustração 157 - Limites dimensionais UNNO	132
Ilustração 158 - Aplicação na secção da higiene e cosmética.....	133
Ilustração 159 - Aplicação na secção da padaria	134
Ilustração 160 - aplicação na secção dos frescos	135
Ilustração 161 - mapa de vendas UNNO.....	136
Ilustração 162 - Downlight Coreline	140
Fonte: http://www.powerled.ie/wp-content/uploads/2013/05/Philips-Recessed-LED-CoreLine-Downlight.jpg	
Ilustração 163 – Arquitetura base	141
Ilustração 164 - Refletor LENA.....	142
Fonte: http://www.ledil.com/node/2/p/11035	
Ilustração 165 - Philips LUXEON CoB 1208	143
Fonte: http://media.digikey.com/Photos/Philips%20Lumileds%20Photos/MFG_LUXEONCoB_1208.jpg	
Ilustração 166 - LCI 35W 350mA–900mA TOP SR.....	144
Fonte: http://www.tridonic.com/com/en/products/led-talexxconverter-lci-35-W-350-900-mA-top-sr.asp#tab4	
Ilustração 167 - LCF 12V FAN DRIVER	145
Fonte: http://resources.tridonic.com/PDB/Ressource/Web_TR/FolderImage/TA_LED_F_Converter_LCF_12V_Fan_Driver.jpg	
Ilustração 168 – Mola de fixação.....	145
Fonte: http://www.servimolas.pt/images/produtos/fixacao/image3.jpg	
Ilustração 169 – Spotlight LED Heatsink 60W.....	146
Fonte: http://nuventix.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/11/NX300100-Spotlight-60W.jpg	

Ilustração 170 - ELEMENTARE Conceito 1	148
Ilustração 171 - ELEMENTARE conceito 2	149
Ilustração 172 - ELEMENTARE CONCEITO 3.....	150
Ilustração 173 - Fotorrealismo 1	151
Ilustração 174 - Fotorrealismo 2	152
Ilustração 175 - Vista explodida ELEMENTARE	153
Ilustração 176 – Analise Draft	154
Ilustração 177 - Diagrama elétrico ELEMENTARE	154
Ilustração 178 - Patilha de suporte.....	155
Ilustração 179 - Mola selecionada.....	155
Ilustração 180 - Vista lateral em corte.....	156
Ilustração 181 - Vidro em corte	157
Ilustração 182 - Patilha de suporte simulação.....	157
Ilustração 183 - Protótipo 1	158
Ilustração 184 - Protótipo 2 com refletor	159
Ilustração 185 - Protótipo 2 aro de remate	159
Ilustração 186 - ELEMENTARE vista explodida.....	161
Ilustração 187 - Molde de injeção ELEMENTARE	163
Ilustração 188 - Instruções de montagem 1	164
Ilustração 189 - Instruções de montagem passo 2	165
Ilustração 190 - Instruções de montagem passo 3	166
Ilustração 191 - Embalagem ELEMENTARE	167
Ilustração 192 - Autocolante ELEMENTARE	168
Ilustração 193 - Ensaio de injeção	169
Ilustração 194 - ELEMETARE primeira série	171
Ilustração 195 - Simulação do erro descrito	172
Ilustração 196 - Alterações no aro de remate	173
Ilustração 197 - Mapa de vendas ELEMENTARE	176

Índice de tabelas

Todas as tabelas são da minha autoria exceto as que se encontram a negrito cuja fonte se encontra abaixo apresentada.

Tabela 1 - Temperatura de cor por zona comercial16

Fonte: <http://www.lighting.philips.com/main/shared/assets/downloads/pdf/supermarket-brochure-2012-int.pdf>

Tabela 2 - Iluminância por atividade.....25

Fonte: <http://verdesperancajramos.blogspot.pt/2012/05/iluminacao-nos-postos-de-trabalho.html>

Tabela 3 - Índice de proteção29

Fonte: <https://html1-f.scribdassets.com/6xrisy7y80xg5p8/images/1-f260846262.jpg>

Tabela 4 – Família de refletores ANGELINA.....63

Fontes: <http://ledil.com/node/2/p/10893>

<http://ledil.com/node/2/p/10894>

<http://ledil.com/node/2/p/10896>

Tabela 5 – Componentes de mercado e representantes.....84

Tabela 6 - Orçamento geral - UNNO caixa metálica85

Tabela 7 - Orçamento protótipo Roqlaser87

Tabela 8 - Códigos do produto.....112

Tabela 9 - Custos do UNNO126

Tabela 10 - Especificações fotométricas e elétricas UNNO130

Tabela 11 - Especificações de ligação UNNO130

Tabela 12 - Especificações gerais UNNO131

Tabela 13 - Codificação do ELEMENTARE162

Tabela 14 - Calculo de custo ELEMENTARE170

Tabela 15 - Especificações fotométricas ELEMENTARE174

Tabela 16 - Especificações elétricas ELEMENTARE175

Tabela 17 - Especificações gerais ELEMENTARE175

Índice de gráficos

Gráficos 1 - Orçamento geral.....86

Gráficos 2 - Orçamento peças metálicas86

Anexos
